

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**DEFINIÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM MODELO
GENÉRICO PARA COLETA DE DADOS E
GERAÇÃO DE REPRESENTAÇÕES VISUAIS
DE INTERAÇÕES DE APRENDIZAGEM EM
JOGOS EDUCACIONAIS**

FREDERICO CORRÊA CARDOSO

ORIENTADORA: PROF. DRA. JOICE LEE OTSUKA

São Carlos – SP

Setembro/2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**DEFINIÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM MODELO
GENÉRICO PARA COLETA DE DADOS E
GERAÇÃO DE REPRESENTAÇÕES VISUAIS
DE INTERAÇÕES DE APRENDIZAGEM EM
JOGOS EDUCACIONAIS**

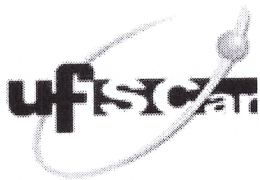
FREDERICO CORRÊA CARDOSO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação, área de concentração: Interação Humano-Computador

Orientadora: Prof. Dra. Joice Lee Otsuka

São Carlos – SP

Setembro/2019




UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Frederico Corrêa Cardoso, realizada em 24/09/2019:



Profa. Dra. Joice Lee Otsuka
UFSCar

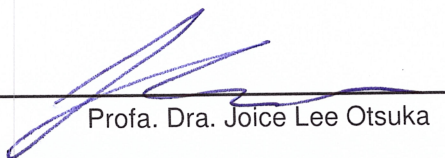


Profa. Dra. Marilde Terezinha Prado Santos
UFSCar



pl. Prof. Dr. Celmar Guimarães da Silva
UNICAMP

Certifico que a defesa realizou-se com a participação à distância do(s) membro(s) Celmar Guimarães da Silva e, depois das arguições e deliberações realizadas, o(s) participante(s) à distância está(ao) de acordo com o conteúdo do parecer da banca examinadora redigido neste relatório de defesa.



Profa. Dra. Joice Lee Otsuka

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

RESUMO

O uso de jogos educacionais por professores durante suas aulas pode trazer grandes benefícios no processo de desenvolvimento e aprendizagem de seus alunos. Entretanto, existem algumas dificuldades que podem impedir um bom acompanhamento e avaliação do desempenho dos alunos enquanto jogam. Este estudo apresenta uma solução genérica, que pode ser aplicada em diversos tipos de jogos educacionais, capaz de apoiar os principais objetivos dos professores no processo de análise, acompanhamento e avaliação de seus alunos. Baseado em conceitos de Visualização da Informação, *Learning Analytics* e *Game Learning Analytics*, foram realizadas diversas etapas para que fosse possível alcançar seu objetivo. Na primeira etapa do estudo, foi feito um levantamento dos principais indicadores de participação desejados pelos professores, contando com 37 professores convidados a responder um questionário *on-line* com o objetivo de reconhecer suas maiores dificuldades e necessidades de análises. Nela foi possível reconhecer e definir um conjunto com os principais indicadores de participação, considerados relevantes pelos professores participantes. A segunda etapa foi definir quais dados deveriam ser coletados dos jogos para que fosse possível alcançar cada um dos indicadores levantados, obtendo assim, um conjunto mínimo de dados a serem coletados. A terceira etapa consistiu no desenvolvimento de um *Dashboard* contendo um conjunto de representações visuais responsáveis por representar de maneira gráfica cada um dos indicadores apontados pelos professores. Para a realização destas etapas, utilizamos 3 jogos educacionais disponíveis na Plataforma REMAR, cada um com características diferentes. Por fim, novamente convidamos 4 professores para o processo de avaliação do *Dashboard* proposto, por meio do uso dos jogos da Plataforma REMAR e de respostas dos professores a um questionário *on-line*, com o objetivo de medir a clareza e eficácia dos gráficos apresentados, bem como o grau de usabilidade do *Dashboard* de acompanhamento. As respostas dos professores nos trazem fortes indícios de que nossa solução atingiu seu objetivo e atende de maneira positiva o processo de acompanhamento e avaliação dos alunos pelos professores.

Palavras-chave: Analítica de Aprendizagem em Jogos, Analítica de Aprendizagem, Jogos Educacionais, Visualização da Informação, Dashboard

ABSTRACT

The use of educational games by teachers in their classes can have a significant and positive impact on their students' learning and development skills. There are, however, some difficulties that can jeopardize the follow-up and assessment of the students while they are playing. This work presents a generic solution that can be applied to many kinds of educational games and offer a support for teachers to analyze, monitor and assess their students. Based on Information Visualization concepts, Learning Analytics and Game Learning Analytics, many steps were taken towards our goal. The first step comprised a survey of the main indicators that teachers find relevant. We invited 37 of them to answer an online questionnaire in order to understand their main difficulties and find out which analysis tools they needed. Doing so we were able to define a set of engagement indicators that were considered to be relevant by the teachers. The second step comprised the definition of which data should be collected from the games for each indicator. In the third step we developed a dashboard with a set of visual representations of each one of the indicators. To accomplish this, we used three educational games available at the REMAR Platform, each with different characteristics. Finally, we then invited four teachers to assess our dashboard through an online questionnaire to check for clarity and understandability of the graphics we presented, as well as the dashboard usability. The teachers' response gave us a strong sense that our goal was reached and that we developed a tool that is useful for the monitoring and evaluation of the students.

Keywords: Game Learning Analytics, Learning Analytics, Educational Games, Information Visualization, Dashboard

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	13
1.1 Contextualização e motivação	13
1.2 Objetivos	14
1.3 Estrutura do trabalho	15
CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 Introdução	16
2.2 Transformando dados em representações visuais	17
2.2.1 Transformação de dados	18
2.2.2 Mapeamento visual	19
2.2.2.1 Características de um mapeamento visual	20
2.2.2.2 Desafios para elaboração de uma estrutura visual	21
2.2.3 Transformação de visão	22
2.2.3.1 Técnicas de interação	22
2.3 Análise de dados educacionais	24
2.3.1 Learning Analytics	24
2.3.2 Game Learning Analytics	25
2.4 Considerações do capítulo	26
CAPÍTULO 3 – TRABALHOS RELACIONADOS	27
3.1 Mapeamento sistemático	27

3.2	Condução do mapeamento	29
3.3	Análise dos dados e resultados	30
3.3.1	QP1. Quais as técnicas de visualização utilizadas nos estudos?	31
3.3.2	QP2. Quais os tipos de jogos analisados nos estudos?	32
3.3.3	QP3. Quais os tipos de dados analisados nos estudos para cada tipo de jogo?	33
3.3.4	QP4. Foram utilizados métodos de avaliação nos estudos?	34
3.4	Discussão dos resultados	36
3.5	Considerações do capítulo	37
 CAPÍTULO 4 – SOLUÇÃO PROPOSTA		39
4.1	Descrição da proposta	39
4.1.1	Conjunto de indicadores relevantes	39
4.1.2	Conjunto de dados a ser coletado	40
4.1.3	Conjunto de técnicas de visualização	40
4.1.4	Dashboard de acompanhamento	40
4.2	Considerações do capítulo	41
 CAPÍTULO 5 – DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS		42
5.1	Caracterização da pesquisa	42
5.2	Levantamento de indicadores	44
5.3	Coleta de dados de interação	48
5.4	Ferramentas e técnicas de visualização	50
5.4.1	Tabela	52
5.4.2	Gráfico de barras	52
5.4.3	Gráfico de barras empilhadas	53
5.4.4	Gráfico de barras interligadas	53
5.4.5	Gráfico de linhas	54

5.4.6	Gráfico de área	54
5.4.7	Gráfico de pizza	55
5.5	<i>Dashboard</i> de acompanhamento	55
5.6	Avaliação da solução proposta	59
5.6.1	Planejamento	59
5.6.1.1	Objetivos	60
5.6.1.2	Instrumentos	60
5.6.1.3	Tarefas	60
5.6.2	Teste piloto	61
5.6.3	Avaliação da solução em situação real de uso	62
5.7	Considerações do capítulo	67
CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS		68
6.1	Contribuições	69
6.2	Limitações	70
6.3	Trabalhos futuros	70
REFERÊNCIAS		72
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO		78
APÊNDICE B – FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO		81
B.1	Avaliação do conjunto de indicadores	81
B.2	Avaliação do conjunto de visualizações de toda turma	82
B.3	Avaliação do conjunto de visualizações por aluno	88
B.4	Avaliação do Dashboard	91
ANEXO A – PARECER PLATAFORMA BRASIL		93

LISTA DE FIGURAS

2.1	Equilíbrio entre percepção e cognição	17
2.2	Etapas para geração de visualizações	18
2.3	Exemplo de dados brutos coletados de um jogo educacional	18
2.4	Tabela de dados organizando os dados brutos por meio do processo de transformação de dados	19
2.5	Tabela de dados derivada de outra tabela de dados por meio do processo de transformação de dados	19
2.6	Estrutura visual extraída de um jogo online mostrando a quantidade de dano causada por cada campeão	20
2.7	Mapeamento visual	21
2.8	Técnicas de interação lado-a-lado (esquerda), brilho (centro) e dobramento (direita)	23
2.9	Técnica de interação <i>Focus+Context</i> . Nesta técnica aumenta-se o tamanho de um nó de interesse e encolhe seus vizinhos	23
2.10	Ciclo da LA definido por Clow	24
2.11	Focos de análise da GA e GLA	25
3.1	Condução do mapeamento	29
3.2	Número de artigos para cada ano	30
3.3	Técnicas mencionadas por artigo	31
3.4	Tipos de jogos utilizados em cada estudo	32
3.5	Relação de jogos analisados	35
3.6	Três abordagens para visualização comparativa	37

5.1	Fluxo de desenvolvimento da solução proposta	43
5.2	Quantidade de professores em cada nível de ensino	44
5.3	Tempo de docência dos professores	45
5.4	Número de vezes que o professor utiliza jogos por semestre	45
5.5	Indicadores relacionados ao jogo	56
5.6	Informações relacionadas a cada nível do jogo	57
5.7	Informações relacionadas aos desafios de cada nível do jogo	58
5.8	Informações relacionadas ao desempenho do aluno no jogo	58
5.9	Informações relacionadas ao desempenho do aluno em cada nível do jogo	59
5.10	Respostas dadas pelos professores para representações visuais de toda a turma onde ocorreram avaliações discordantes	64
5.11	Respostas dadas pelos professores para representações visuais de cada aluno onde ocorreram avaliações discordantes	64
5.12	Escala de respostas para o questionário SUS	65

LISTA DE TABELAS

3.1	Questões de pesquisa	28
3.2	Termos utilizados na <i>string</i> de busca	28
3.3	Estratégia de busca	29
3.4	Número de trabalhos aceitos por países	31
3.5	Tipos de dados analisados em cada tipo de jogo	33
5.1	Indicadores de participação relevantes para acompanhamento de desempenho .	47
5.2	Conjunto mínimo de dados a serem coletados nos jogos	49
5.3	Dados necessários para cada indicador	49
5.4	Tipo de representação visual utilizada para apresentar cada indicador	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACM – *Association for Computing Machinery*

API – *Application Program Interface*

CSV – *Comma-Separated Values*

GA – *Game Analytics*

GLA – *Game Learning Analytics*

IEEE – *Institute of Electrical and Electronics Engineers*

IHC – *Interação Humano-Computador*

InfoVis – *Information Visualization*

JSON – *JavaScript Object Notation*

LA – *Learning Analytics*

LOA – *Laboratório de Objetos de Aprendizagem*

RBIE – *Revista Brasileira de Informática na Educação*

REMAR – *Recursos Educacionais Multiplataforma Abertos na Rede*

RPG – *Role Playing Game*

SBGames – *Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*

SBIE – *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*

SUS – *System Usability Scale*

TCLE – *Termo de Consentimento Livre e Esclarecido*

xAPI – *Expericence API*

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização e motivação

Nos últimos anos os videogames têm se destacado como uma das atividades mais populares e também como uma das indústrias que mais crescem. Só no Brasil, mais de 75% da população joga videogame (BRASIL, 2018). São pessoas com idades variáveis, entre 13 e 59 anos, dedicando em média, 15 horas semanais jogando videogame (GROUP, 2015). Em apenas 8 anos, o número de empresas responsáveis pelo desenvolvimento de jogos aumentou quase 600% no Brasil, resultando em um faturamento de 1,6 bilhão de dólares, apenas entre os anos de 2014 e 2016 (G1, 2017).

O surgimento de novas tecnologias, além do avanço de tecnologias já existentes, tem influenciado tanto no interesse dos jogadores, como no tempo despendido por eles aos jogos. Isso acontece porque os jogadores se sentem mais envolvidos e motivados com o conteúdo apresentado, com cenários onde os jogadores são constantemente desafiados a melhorarem seu desempenho. Essas características promovem também o interesse em se utilizar jogos para fins educacionais, uma vez que o design de bons jogos e boas experiências educacionais caminham lado a lado, permitindo que os alunos busquem ir além dos seus níveis de competências atuais (KOSTER, 2004).

Para Falkembach (2006), os jogos devem ser usados de maneira adequada pelos professores como um motivador para o processo de aprendizagem. Os jogos podem proporcionar o desenvolvimento da linguagem, do pensamento e da concentração (VYGOTSKY, 1989). No entanto, mesmo diante de diversos benefícios, trazer os jogos para o contexto educacional e utilizá-los em uma sala de aula pode ser algo bastante desafiador para o professor, uma vez que os mesmos podem encontrar dificuldades em avaliar o progresso de aprendizagem dos alunos,

principalmente quando se tem classes com um número grande de alunos.

Savi e Ulbricht (2008) apontam que além de propor que os alunos joguem, é preciso também acompanhá-los, verificar se estão atingindo os objetivos propostos e fornecer *feedback* adequado. Além disso, Freire et al. (2016) destacam alguns outros desafios, como alto custo de desenvolvimento de jogos, falta de compreensão de como os alunos interagem com os jogos e uma falta, de modo geral, de ferramentas que possam melhorar a compreensão do impacto educacional dos jogos em relação aos alunos.

Incentivar o uso de jogos como ferramenta de aprendizagem requer uma compreensão de como os jogos afetam os alunos, tanto no processo de aprendizagem, como também as habilidades e técnicas oferecidas pelos jogos em harmonia com as preferências dos alunos. Essa compreensão pode ser adquirida de duas maneiras: por meio de experimentos pré-pós (aplicação de testes antes e depois da utilização dos jogos) ou utilizar os próprios jogos como ferramentas de avaliação (FREIRE et al., 2016).

Este projeto encontra-se no escopo da segunda opção, uma vez que trabalha para extrair e apresentar informações relevantes ao acompanhamento dos alunos dentro de jogos.

Dado o contexto apresentado, a questão de pesquisa é: **“É possível propor um modelo para coleta de dados e geração de representações visuais de interações de aprendizagem que sejam relevantes e efetivas para o acompanhamento de participações em diferentes tipos de jogos educacionais?”**

1.2 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho de mestrado é investigar o potencial e limitações do uso de técnicas de visualização da informação para o acompanhamento do progresso de estudantes em suas interações com jogos educacionais. Para isso, busca-se propor um modelo genérico de rastreamento de interações em jogos que colabore com a coleta de dados e geração de representações visuais que atendam as necessidades de análise, acompanhamento e avaliação de alunos por parte do professor.

Os objetivos específicos são:

- Definir junto ao público-alvo da solução, um conjunto de indicadores de participação a serem coletados de jogos educacionais com foco nas necessidades reais de análise.
- Definir um conjunto mínimo de dados a ser coletado dos jogos para atender aos indica-

dores de participação.

- Estudar e analisar modelos de coleta de dados de atividades existentes e verificar se estes modelos atendem às necessidades de coleta de dados identificados junto ao público-alvo.
- Definir um conjunto de técnicas de visualização da informação capaz de representar visualmente os indicadores a serem apresentados para os professores com base nos dados coletados, bem como as ferramentas e recursos disponíveis para realização desta tarefa.
- Testar e validar junto ao público-alvo da solução, o conjunto de dados a ser coletado, bem como o conjunto de representações visuais propostas.

1.3 Estrutura do trabalho

Este trabalho está organizado em 6 capítulos, incluindo este de introdução, no qual foi apresentada a contextualização e motivação, a questão de pesquisa e os objetivos do estudo. O Capítulo 2 apresenta uma contextualização das áreas de Visualização da Informação, Learning Analytics e Game Learning Analytics, com o intuito de apresentar os principais conceitos e técnicas que fundamentam este trabalho. O Capítulo 3 apresenta os principais resultados de um mapeamento sistemático realizado com o objetivo de identificar o estado da arte na área de Visualização de Informação em jogos. No Capítulo 4 temos a apresentação da solução proposta neste estudo, seus objetivos e características. O Capítulo 5 apresenta todo o processo de implementação do *Dashboard* para se alcançar a solução proposta, além dos resultados alcançados no final de cada etapa realizada. Por fim, o Capítulo 6 apresenta as considerações finais deste projeto, bem como suas contribuições e propostas de trabalhos futuros.

Capítulo 2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo tem como objetivo apresentar uma fundamentação teórica para melhor explicar e contextualizar o tema de pesquisa abordado. São apresentados conceitos sobre a área de Visualização da Informação e também características de uma boa representação visual.

2.1 Introdução

Visualização da Informação (InfoVis) é definida por Card, Mackinlay e Shneiderman (1999, p.5) como “o uso de representações visuais interativas, apoiadas por computador, de dados abstratos para amplificar a cognição”. Para Gershon e Eick (1997, p.1), esta é uma área que “combina aspectos de visualização científica, interfaces humano-computador, mineração de dados, imagens e gráficos”.

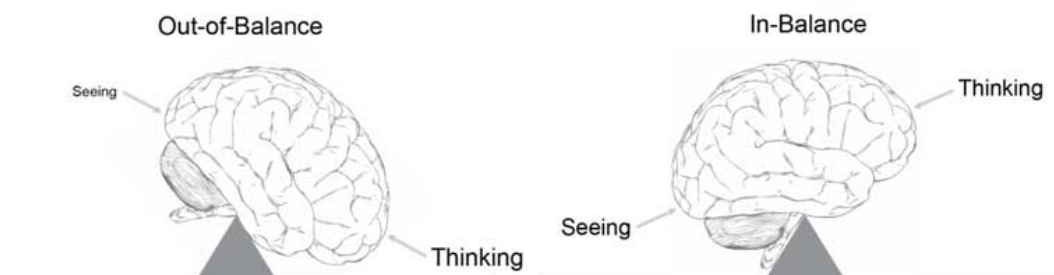
Uma definição um pouco mais recente e sucinta, mas que não muda seu conceito, é dada por Few (2013, p.1), em que a “Visualização da Informação é a exibição gráfica de informações abstratas para dois propósitos: **análise de dados e comunicação**”.

A quantidade de informação gerada nos dias atuais é imensa e das mais variadas possíveis, podendo chegar à uma produção de 44 ZB¹ em 2020 (GANTZ; REINSEL, 2012). É para ajudar a compreensão e evitar que informações valiosas passem despercebidas que a Visualização da Informação se torna importante. Carvalho e Marcos (2009, p.22) dizem que “a visualização da informação viabiliza que as pessoas possam processar toda essa informação, tirando partido de suas capacidades inatas de percepção visual e utilizando menos o sistema cognitivo cerebral”. Além disso, os mesmo autores dizem que “a cor, o tamanho, a forma, a noção de distância e movimento são características básicas de apreensão do sistema perceptivo humano”.

¹1 ZettaByte equivale a 1 bilhão de GB

A percepção visual, tratada pelo córtex visual, é extremamente mais rápida e eficiente que a cognição, tratada pelo córtex cerebral. Desta maneira, a InfoVis busca manter o equilíbrio entre percepção e cognição, a fim de tirar proveito de todas as habilidades do cérebro (FEW, 2013), como mostra a Figura 2.1.

Figura 2.1: Equilíbrio entre percepção e cognição



Fonte: (FEW, 2013)

Card, Mackinlay e Shneiderman (1999, p.3) mostram que a visualização da informação pode possibilitar a ampliação cognitiva de seis formas principais:

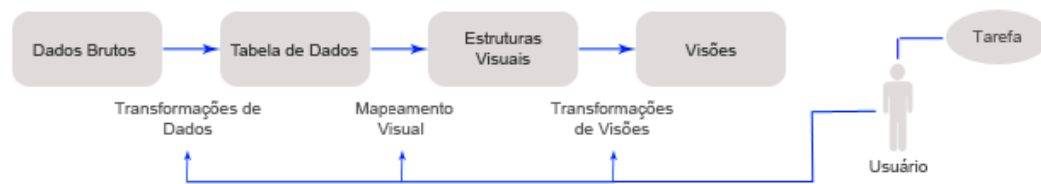
1. Aumentando os recursos de memória e de processamento disponíveis para o usuário.
2. Reduzindo a busca por informação.
3. Usando representações visuais para melhorar a detecção de padrões.
4. Habilitando operações de inferência perceptiva.
5. Usando mecanismos de atenção perceptiva.
6. Codificando informação numa mídia manipulável.

De maneira simplificada, a Visualização da Informação pode ser descrita, basicamente, como a transformação de dados em representações visuais. Na seção seguinte, está descrito todo o processo de transformação de dados em representações visuais.

2.2 Transformando dados em representações visuais

O processo de transformar dados em representações visuais consiste em primeiramente coletar os dados, organizá-los e então representá-los. Essa representação tem o propósito de ser compreensiva o suficiente, além de permitir que os usuários possam manipulá-las sem maiores dificuldades.

Segundo Card, Mackinlay e Shneiderman (1999), um modelo básico para a criação de visualizações e com interação com o usuário pode ser representado como na Figura 2.2.

Figura 2.2: Etapas para geração de visualizações

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

O modelo apresentado acima aborda as três etapas a serem seguidas para se alcançar a transformação dos dados em representações visuais, além do papel de interação do usuário nestas transformações. As etapas abordadas serão descritas nas subseções seguintes.

2.2.1 Transformação de dados

Conforme mostrado anteriormente na Figura 2.2, a **transformação de dados** é o processo no qual os **dados brutos**, até então armazenados à sua maneira, são organizados e alocados de forma semelhante a uma **tabela de dados**.

Roth e Mattis (1990) classificam os dados em 3 tipos: **quantitativo**, **ordinal** e **nominal**.

- **Quantitativo** - conjunto de elementos com escopo numérico.
- **Ordinal** - conjunto de elementos que possuem uma relação de ordem.
- **Nominal** - conjunto de elementos que não possuem uma ordem específica.

A Figura 2.3 mostra os dados brutos coletados de um *log* de jogo educacional, enquanto a Figura 2.4 mostra estes dados armazenados em uma tabela de dados.

Figura 2.3: Exemplo de dados brutos coletados de um jogo educacional

```

Document{{_id=5ad902a22ab79c0001855e07, exportedResourceId=5, ranking=[Document{{userId=2, score=2.048000000000001, timestamp=Thu Apr 19 17:57:06 BRT 2018}}, Document{{userId=29, score=163.3333333333, timestamp=Tue Apr 24 14:54:33 BRT 2018}}, Document{{userId=68, score=270.0, timestamp=Tue Nov 27 15:45:44 BRST 2018}}]}}
  
```

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 2.4: Tabela de dados organizando os dados brutos por meio do processo de transformação de dados

userId	score	timestamp
2	2.048	Thu Apr 19 17:57:06 BRT 2018
29	163.333	Tue Apr 24 14:54:33 BRT 2018
68	270.0	Tue Nov 27 15:45:44 BRST 2018

Fonte: Elaborado pelo autor

É necessário ressaltar que o mesmo processo de **transformação de dados** pode ocorrer diretamente sobre uma **tabela de dados** já existente, como mostra a Figura 2.5, com informações provindas da tabela apresentada na Figura 2.4. Isso nos possibilita a obtenção de novos valores derivados de somatórias, ordenações, omissões de dados, entre outros.

Figura 2.5: Tabela de dados derivada de outra tabela de dados por meio do processo de transformação de dados

Colocação	Usuário	Pontuação
1	68	270.000
2	29	163.333
3	2	2.048

Fonte: Elaborado pelo autor

Esta etapa é bastante importante, pois é através dela que se obtém os dados e a estrutura necessários para que seja possível a criação de visualizações. Esse processo de criação será abordado na próxima subseção, denominada de **mapeamento visual**.

2.2.2 Mapeamento visual

Após a organização dos dados que se deseja apresentar em uma **tabela de dados**, faz-se necessário então a definição de uma **estrutura visual** para a representação desses dados. Este processo é denominado **mapeamento visual**.

A Figura 2.6 nos apresenta um exemplo simples (mas eficiente) de uma estrutura visual obtida ao final de cada partida do jogo *online League of Legends*². Podemos perceber que é utilizado um gráfico de barras, no qual cada barra representa a quantidade de dano causado por cada campeão (modo como são chamados os personagens do jogo), e que é representado na estrutura por seu avatar.

²<https://br.leagueoflegends.com/pt/>

Figura 2.6: Estrutura visual extraída de um jogo online mostrando a quantidade de dano causada por cada campeão



Fonte: Elaborado pelo autor

Uma vez que uma estrutura visual possui diversas propriedades gráficas (cores, formas etc.), marcas (elementos visuais usados para representar um conjunto de dados) e propriedades espaciais (disposição, aproximação, relação etc.) (CARD; MACKINLAY; SHNEIDERMAN, 1999), é importante que algumas características de estruturas visuais sejam consideradas, com o objetivo de se alcançar um bom mapeamento visual.

2.2.2.1 Características de um mapeamento visual

De acordo com Mackinlay (1986), existem duas características que devem ser levadas em consideração em meio ao processo de mapeamento visual, são elas: **expressividade** e **efetividade**.

- **Expressividade** - A visualização deve conter todos os dados presentes na tabela de dados, e somente eles.
- **Efetividade** - A visualização deve ser de rápida interpretação e de fácil compreensão dos dados ali apresentados, minimizando ao máximo erros de interpretação.

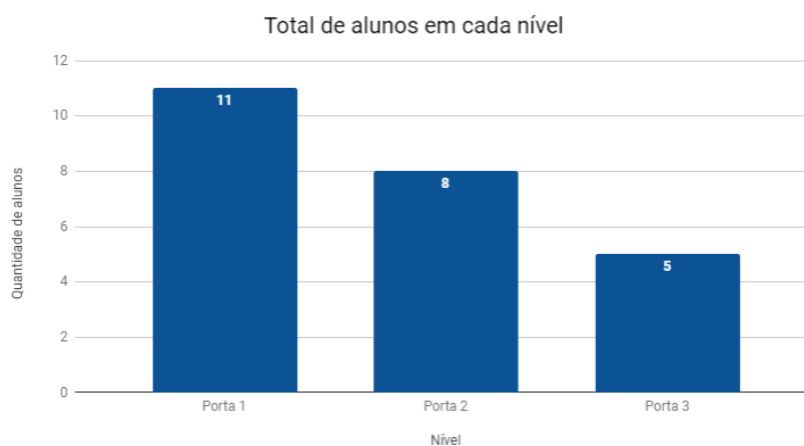
Para tentar elucidar o conceito de **expressividade** e **efetividade**, podemos analisar a Figura 2.7. Nela percebemos que a Figura 2.7(a) apresenta uma tabela de dados, contendo os níveis e a quantidade de alunos em cada um deles e a Figura 2.7(b) nos mostra um gráfico de barras, que tem o objetivo de representar os dados contidos na tabela de dados.

Figura 2.7: Mapeamento visual

(a) Tabela de dados

Nível	Nº de alunos por nível
Porta 1	11
Porta 2	8
Porta 3	5

(b) Estrutura visual

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Nota-se que a Figura 2.7(b) apresenta uma estrutura visual que contém todos os dados presentes na tabela de dados, apresentada pela Figura 2.7(a), e nada mais, atingindo assim o conceito de expressividade. Da mesma maneira, é um gráfico de fácil entendimento, uma vez que utilizando de cores, valores e legenda, fica fácil assimilar a informação que está sendo passada, atingindo assim, o conceito de efetividade.

2.2.2.2 Desafios para elaboração de uma estrutura visual

De acordo com Liu et al. (2014), existem cinco grandes desafios técnicos que devem ser superados para que seja possível elaborar uma boa visualização:

- **Usabilidade** - é a facilidade com que as pessoas podem utilizar uma ferramenta ou manusear um objeto a fim de realizar uma tarefa.
- **Escalabilidade visual** - é a capacidade de exibição efetiva de grandes conjuntos de dados.
- **Análise integrada de dados heterogêneos** - são os dados de várias fontes e em formatos variados.
- **Visualização in-situ** - é a incrementação visual quando dados novos chegam.

- **Erros e incertezas** - muitos dados do mundo real podem conter erros ou incertezas, como por exemplo, dados de mídias sociais publicados pelos usuários; dados imprecisos de sensores ou de reconhecimento de objetos. O ideal para que seja garantida a veracidade das informações é a transmissão adequada dos possíveis erros e incertezas para os usuários finais.

A próxima subseção descreve o processo de **transformação de visão**, no qual o usuário tem um papel bastante importante de manipulação sobre as **estruturas visuais**.

2.2.3 Transformação de visão

Uma vez que se tem as **estruturas visuais** representando os dados presentes na **tabela de dados**, é possível que o usuário interaja com essas representações. É este processo, denominado de **transformação de visão**, que permite ao usuário moldar a representação e extrair informações de acordo com suas necessidades de visualização.

A possibilidade de interação do usuário com as estruturas visuais é um processo importante, uma vez que, uma visualização estática pode limitar o entendimento e compreensão da informação que está sendo passada (CARD; MACKINLAY; SHNEIDERMAN, 1999), além de não atender as características do processo de transformação de visões, apresentado na Figura 2.2.

2.2.3.1 Técnicas de interação

Como exemplo de técnicas de interação, podemos considerar sete categorias de interação apresentadas no estudo de Yi, Kang e Stasko (2007):

- **Selecionar** - marcar algo como interessante.
- **Explorar** - mostrar alguma coisa.
- **Reconfigurar** - mostrar um arranjo diferente.
- **Codificar** - mostrar uma representação diferente.
- **Resumir/Elaborar** - mostrar mais ou menos detalhes.
- **Filtrar** - mostrar algo de maneira condicional.
- **Conectar** - mostrar itens relacionados.

De maneira semelhante e um pouco mais atualizada, Liu et al. (2014) classificam as técnicas em duas categorias: interações **WIMP** (que fazem uso de janelas, ícones, *mouse*, ponteiro) e interações **Pós-WIMP** (que fazem uso de interfaces de toques e canetas).

Liu et al. (2014) nos mostram em seu trabalho alguns exemplos de interações **WIMP** e **Pós-WIMP**. Dentre as interações apresentadas, podemos encontrar interações de comparação visual lado a lado (quando duas ou mais imagens são colocadas uma ao lado da outra) ou sobreposição (quando duas ou mais imagens são colocadas uma sobre a outra), brilho (aplicação de efeitos que podem clarear ou escurecer a imagem) e dobramento (como o efeito de folhear um livro) (TOMINSKI; FORSELL; JOHANSSON, 2012), mostrado na Figura 2.8; e navegação baseada em foco (geralmente a área focada recebe um aumento de tamanho apresentando mais detalhes) (MUNZNER et al., 2003; TU; SHEN, 2008), como mostra a Figura 2.9.

Figura 2.8: Técnicas de interação lado-a-lado (esquerda), brilho (centro) e dobramento (direita)



Fonte: (TOMINSKI; FORSELL; JOHANSSON, 2012)

Figura 2.9: Técnica de interação *Focus+Context*. Nesta técnica aumenta-se o tamanho de um nó de interesse e encolhe seus vizinhos



Fonte: (TU; SHEN, 2008)

Além das interações mostradas acima, também são apresentados outros tipos de interações, como, seleção, filtragem e *brushing* (seleção de um ou mais dados, podendo obter informações e características comuns entre eles) (LIU et al., 2009; WU et al., 2010).

2.3 Análise de dados educacionais

Learning Analytics (LA) e *Game Learning Analytics* (GLA) são áreas importantes para esta pesquisa, uma vez que os dados coletados trazem informações importantes para a análise de aprendizagem dos alunos, bem como para análise de jogabilidade dos jogos.

2.3.1 Learning Analytics

Por se tratar de uma área recente, a LA possui diversas definições, mas a principal delas é a definição oferecida na “*1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge*”, onde foi definido que: “*Learning Analytics* é a medição, a coleta, a análise e a geração de relatórios de dados sobre alunos e seus colegas, com o objetivo de compreender e otimizar o aprendizado e o ambiente em que ele ocorre”.

Para Long e Siemens (2014), a LA baseia-se na análise das interações dos alunos com recursos educacionais para melhorar o processo de aprendizagem. A principal ideia por trás do uso da LA é poder ajudar os professores no processo de acompanhamento e avaliação no progresso dos seus alunos (SERRANO-LAGUNA et al., 2017).

Clow (2012) caracteriza a LA em quatro pontos em seu Ciclo de Análise de Aprendizagem, como mostra a Figura 2.10. O ciclo começa com os alunos, que geram dados, que são processados em métricas, que são usadas para informar as intervenções necessárias, que por sua vez afetam os alunos.

Figura 2.10: Ciclo da LA definido por Clow



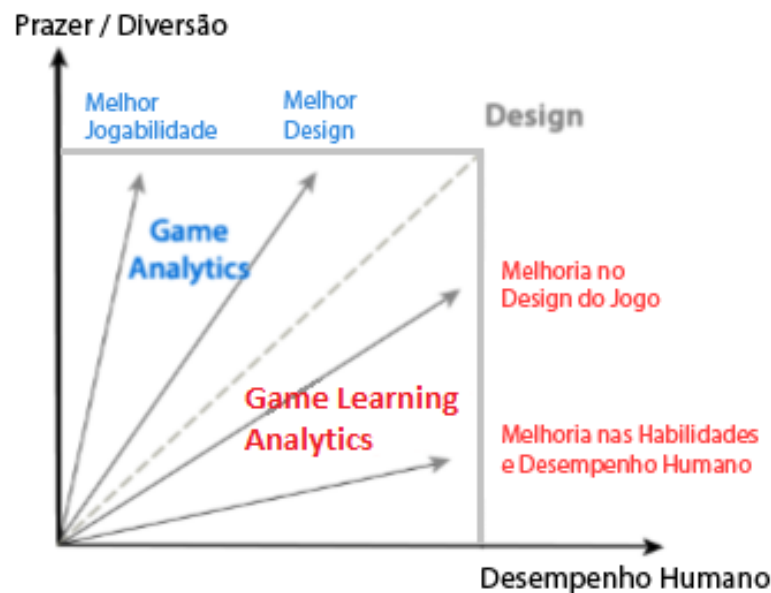
Fonte: Adaptado de Clow (2012)

Diante do que foi apresentado, podemos perceber que a LA está focada inteiramente nos alunos e em seu processo de aprendizado, o que a difere um pouco de áreas de análise de aprendizagem baseadas em jogos, como a GLA, que será apresentada a seguir.

2.3.2 Game Learning Analytics

Embora em um primeiro momento a GLA possa ser entendida como LA aplicada a jogos, essa não é uma verdade absoluta (LOH; SHENG; IFENTHALER, 2015), pois cada uma possui objetivos de análise específicos. Do mesmo modo, GLA possa parecer semelhante ao conceito de *Game Analytics* (GA), temos que estar cientes de que estas áreas também são de indústrias distintas, por isso, realmente existe a necessidade de haver um conjunto diferente de métricas especificamente adaptadas para jogos sérios. Segundo Loh, Sheng e Ifenthaler (2015), mesmo que a indústria de jogos sérios faça uso de métricas de GA para análise de seus dados, estas ainda estariam incompletas, uma vez que possuem focos diferentes, como mostra a Figura 2.11.

Figura 2.11: Focos de análise da GA e GLA



Fonte: Adaptado de Loh, Sheng e Ifenthaler (2015)

A Figura 2.11 mostra a diferença de análise para cada uma das duas áreas, GA e GLA. A GA concentra, basicamente, suas métricas de análise destinadas a melhorar a jogabilidade, uma vez que os jogos são desenvolvidos exclusivamente para entreter e divertir os seus jogadores. Com objetivos diferentes, a GLA concentra em melhorar as habilidades e o desempenho dos alunos, então, suas análises estão relacionadas à obtenção de informações para acompanhar e apoiar esse processo (LOH; SHENG; IFENTHALER, 2015).

Acreditamos que as duas áreas (GA e GLA) são complementares e devem ser consideradas para alcançar a melhor experiência possível, tanto de aprendizado, como também de diversão.

2.4 Considerações do capítulo

Neste capítulo foi feita uma breve apresentação da área de Visualização da Informação, seus conceitos, técnicas e desafios, os quais estão presentes de maneira significativa em quaisquer representação encontrada hoje. Além disso, também foram apresentadas brevemente áreas relacionadas com a análise de dados e seus objetivos, a LA e GLA. O próximo capítulo apresenta o estado da arte sobre Visualização da Informação aplicada a Jogos.

Capítulo 3

TRABALHOS RELACIONADOS

Este capítulo apresenta um Mapeamento Sistemático realizado com o intuito de identificar o estado da arte sobre Visualização da Informação na análise de dados coletados a partir de jogos. Com os resultados deste mapeamento, foi possível obter uma visão das principais pesquisas desenvolvidas nos últimos 5 anos.

A seguir é apresentado de forma resumida o processo do Mapeamento Sistemático: a Seção 3.1 apresenta o planejamento, metodologia seguida, objetivo, questões de pesquisa, *string* de busca, base de buscas, critérios de inclusão e exclusão e estratégia de busca. Na Seção 3.2 é apresentada a forma de condução, período e quantidade de trabalhos aceitos. Na Seção 3.3 são apresentados os principais resultados obtidos com a análise dos dados, respostas às questões de pesquisa e os trabalhos relacionados. Na Seção 3.4 são discutidos os resultados e percepções gerais obtidas durante o processo. Por fim, na Seção 3.5 é apresentada a conclusão do capítulo.

3.1 Mapeamento sistemático

O mapeamento aqui apresentado segue a metodologia proposta por Kitchenham e Charters (2007), o qual divide-se basicamente em três etapas principais: **Planejamento**, **Condução** e **Extração dos Resultados**. Todo o planejamento foi documentado no protocolo de definições das questões norteadoras da pesquisa: objetivo, questões de pesquisa, estratégia de busca, seleção de trabalhos (critérios de inclusão e exclusão).

O objetivo deste trabalho foi identificar e apresentar o estado da arte na área de Visualização da Informação aplicada em Jogos, tendo como foco a análise dos dados coletados nestes jogos, resultando em uma visão geral sobre os tipos de técnicas que estão sendo utilizadas, os tipos de dados que estão sendo analisados e os diferentes tipos de jogos analisados nos estudos.

Baseado nos objetivos abordados acima, foram propostas 4 (quatro) questões de pesquisa. As questões e suas respectivas descrições são apresentados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Questões de pesquisa

Questão de Pesquisa	Descrição
QP1. Quais as técnicas de visualização utilizadas nos estudos?	Identificar quais as principais técnicas de Visualização da Informação utilizadas para análise em jogos.
QP2. Quais os tipos de jogos analisados nos estudos?	Identificar quais os principais tipos/gêneros de jogos analisados.
QP3. Quais os tipos de dados analisados nos estudos para cada tipo de jogo?	Identificar os dados analisados nos estudos.
QP4. Foram utilizados métodos de avaliação nos estudos?	Identificar se os trabalhos passaram por algum tipo de avaliação e quais os métodos empregados.

Fonte: Elaborado pelo autor

Após serem definidas as questões de pesquisa, foi então construída uma *string* de busca genérica para obtenção dos documentos. Primeiramente, foram definidos termos principais relevantes às questões de pesquisa. Logo após, identificou-se os termos relacionados ou sinônimos destes termos principais conectando-os pelo operador *OR* e, finalmente, conectando esses termos com o operador *AND*, conforme mostrado na Tabela 3.2.

Tabela 3.2: Termos utilizados na *string* de busca

Termo principal	Termos derivados
Visualização da informação	(“information visualization”OR “dashboard”)
Jogos	(“game*”)

Fonte: Elaborado pelo autor

Para a seleção dos trabalhos, foram definidos na estratégia de busca os critérios de pré-seleção para que fosse possível filtrar os estudos que possivelmente iriam responder às questões de pesquisa, sendo eles: fontes de pesquisa; área de pesquisa; linguagens e período de publicação, de acordo com a Tabela 3.3.

Tabela 3.3: Estratégia de busca

Fontes	Scopus, ACM Library, IEEE Xplore, Spring, ScienceDirect, RBIE, SBIE, IHC, Scholar Google
Área de pesquisa	Computação
Linguagem	Inglês e Português
Período	A partir de 2012 (inclusive, nas buscas manuais)

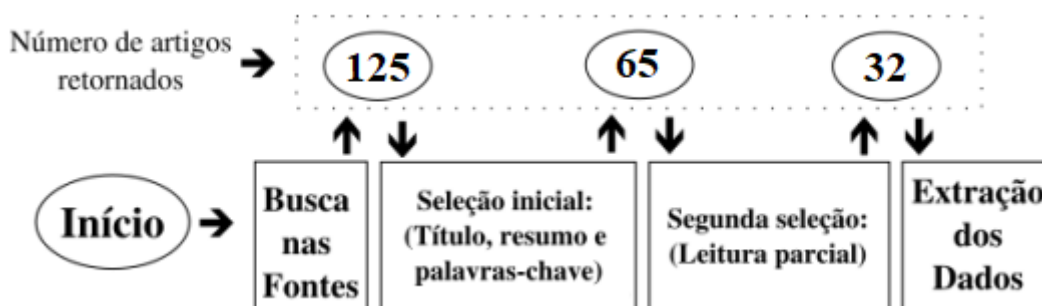
Fonte: Elaborado pelo autor

3.2 Condução do mapeamento

Durante o processo de mapeamento, a *string* de busca foi adaptada para cada base de dados e os resultados foram salvos em arquivos de texto exportados pelas próprias bases de busca. Também foram criados novos arquivos de texto para conter os artigos retornados da busca manual, totalizando 125 artigos. Todo o mapeamento ocorreu entre os meses de Agosto e Outubro de 2017.

Em uma seleção inicial, os artigos duplicados não foram considerados para uma pré-seleção. Também foram eliminados os artigos considerados irrelevantes para o estudo, através da leitura do título, resumo e palavras-chave, resultando no total de 65 artigos aceitos. Na segunda seleção foi feita a leitura parcial dos artigos aceitos na primeira seleção, considerando a introdução, a conclusão e os tópicos internos que responderiam às questões de pesquisa. Nesta mesma etapa foram reaplicados os critérios de inclusão e exclusão obtendo 32 artigos aceitos no final, conforme mostrado na Figura 3.1. Para o preenchimento do formulário de extração de dados, foi criada uma planilha no *Google Docs*.

Figura 3.1: Condução do mapeamento



Fonte: Elaborado pelo autor

De todas as fontes de busca, a *Scopus* foi a que mais retornou trabalhos, com 53 (42,4%).

Em segundo, o serviço de buscas da *IEEE Xplore* retornou 25 (20%). Em terceiro ficou a *ACM Library*, com 22 (17,6%). Durante o processo de buscas, encontrou-se problemas de acesso com as bases *Springer Link* e *ScienceDirect*, porém percebeu-se que os artigos retornados pela *Scopus* incluíam artigos destas bases, então optou-se por continuar a busca pela *Scopus*. Por fim, as demais bases juntas (*Google Acadêmico*, *RBIE*, *SBIE*, *IHC*), através de busca manual, retornaram 25 (20%) trabalhos.

3.3 Análise dos dados e resultados

Nesta seção apresentamos algumas informações gerais, as respostas para as questões de pesquisa e algumas análises realizadas após a extração dos dados. O número de trabalhos aceitos para cada ano de publicação foi: 5 (15,2%) para o ano de 2017 (até o mês de Outubro), 11 (34,4%) para o ano de 2016, 5 (15,6%) para o ano de 2015, 3 (9,4%) para o ano de 2014, 4 (12,5%) para os anos de 2013 e 2012, cada um, como mostrado na Figura 3.2. A Tabela 3.4 também apresenta uma relação de quantidade de trabalhos aceitos de acordo com seus países.

Figura 3.2: Número de artigos para cada ano



Fonte: Elaborado pelo autor

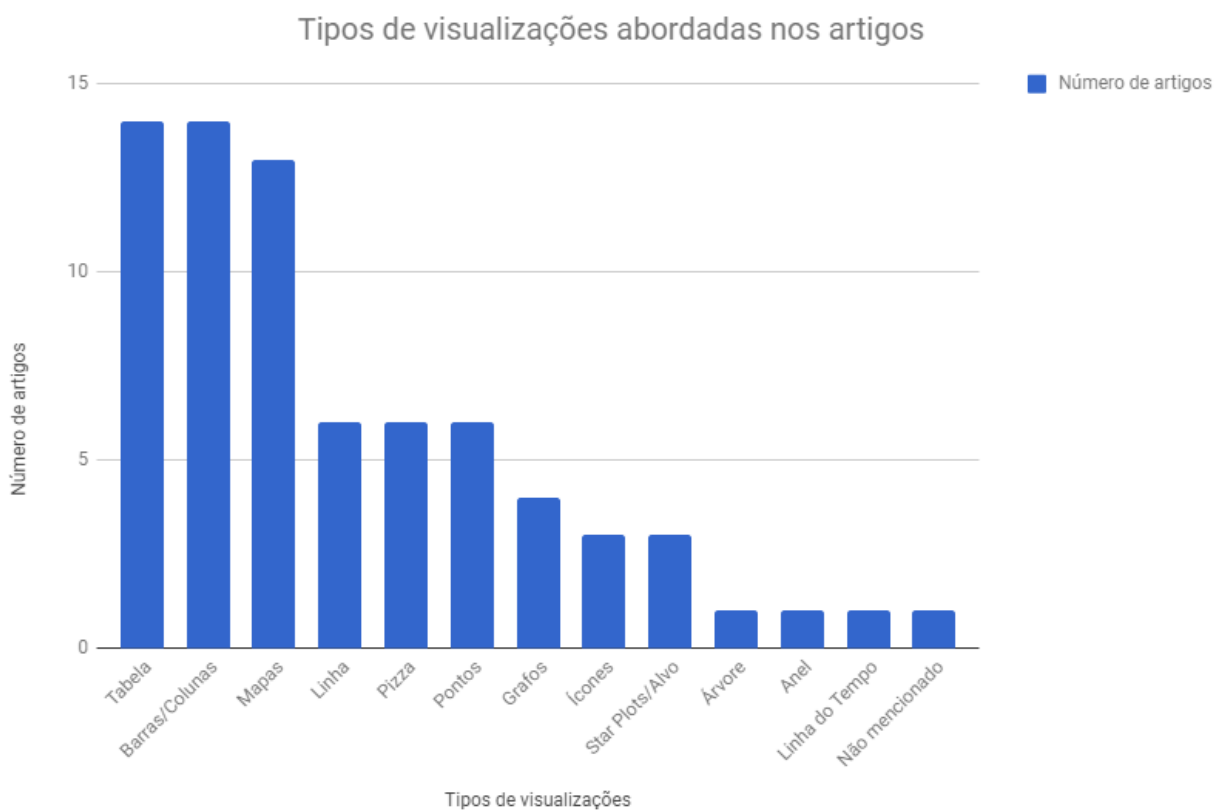
Tabela 3.4: Número de trabalhos aceitos por países

Países	Quantidade
EUA	10 (31,3%)
Áustria	5 (15,6%)
Brasil, Dinamarca, Espanha	2 (6,3%) (cada um)
Alemanha, Canadá, Coreia do Sul, Escócia, Inglaterra, Irlanda, Japão, Portugal, Sérvia, Singapura, Suécia	1 (3,1%) (cada um)

Fonte: Elaborado pelo autor

3.3.1 QP1. Quais as técnicas de visualização utilizadas nos estudos?

As técnicas de visualização mais utilizadas nos estudos foram as visualizações por Tabela e Gráfico de Barras/Colunas, mencionadas em 14 (19,2%) artigos cada uma, seguido pela técnica de Mapas (em sua maioria, de calor), 13 (17,8%) artigos. Conforme mostra a Figura 3.3, outras técnicas apresentam um número bem inferior.

Figura 3.3: Técnicas mencionadas por artigo

Fonte: Elaborado pelo autor

3.3.2 QP2. Quais os tipos de jogos analisados nos estudos?

Para essa análise nós optamos por separar os chamados *Serious Games* dos Jogos Educacionais, uma vez que nem todo jogo sério está relacionado com a educação e gostaríamos de observar também o comportamento específico dos jogos educacionais, que são alvo de nossa pesquisa. Ao mesmo tempo, o mapeamento considerou outros tipos de jogos, com o intuito de investigar como diferentes gêneros de jogos estão sendo analisados e quais técnicas estão sendo empregadas. Desta forma, os gêneros de jogos mostrados aqui são os mesmos gêneros com os quais foram classificados em seus respectivos estudos. Dentre os tipos de jogos analisados, os Jogos Educacionais foram os mais utilizados, em 11 (31,4%) artigos; logo após estão os jogos de Estratégia (RPG *Multiplayer*), 7 (20%) artigos; seguidos pelos *Serious Games*, 6 (17,1%) artigos, conforme mostra a Figura 3.4.

Figura 3.4: Tipos de jogos utilizados em cada estudo



Fonte: Elaborado pelo autor

3.3.3 QP3. Quais os tipos de dados analisados nos estudos para cada tipo de jogo?

A Tabela 3.5 nos mostra uma relação dos tipos de dados analisados em cada tipo de jogo. Podemos perceber que existe uma variedade de dados que são capturados, variando de acordo com o tipo de jogo e a necessidade de avaliação, seja ela por objetivos de análise específica ou, embora não mencionado na tabela, por qual tipo de usuário esta análise será feita (desenvolvedor, educador ou aluno).

Tabela 3.5: Tipos de dados analisados em cada tipo de jogo

Tipo de jogo	Trabalhos	Dados coletados para análise
Estratégia (RPG Multiplayer)	(Wallner; Kriglstein, 2016) (Song et al., 2013) (Wallner; Kriglstein, 2015) (Feitosa et al., 2015) (Wallner; Kriglstein, 2013) (Barros; Notargiacomo, 2016) (Kriglstein; Wallner; Pohl, 2014)	Trajatória, local de morte, dano sofrido, dano causado, nome da equipe, elementos utilizados, pontos, marca de tempo, origem do tiro, alvo, número de torres, tempo de jogo, personagem do jogador, nome do jogador, nível, posição do jogador, número de mortes.
Esporte	(Herdal; Pederson; Knudsen, 2016) (Lage et al., 2016) (Pileggi et al., 2012)	Posição da bola, posição do jogador, lançamento, recepção, rebatidas, tiro (tacada), local do tiro.
Serious Game (exceto jogos educacionais)	(Grund; Schelkle, 2016) (Liu et al., 2015) (Postolache et al., 2017) (Paliyawan; Thawonmas, 2016) (Rahman et al., 2017) (Hagood; Ching; Schaefer, 2016)	Pontos, banco de dados utilizado, etapa do jogo, respostas corretas, nome do jogador, idade do jogador, mão do jogador utilizada, tempo de jogo, temperatura da pele, movimentos.
Aventura	(Ahmed, 2014) (Wallner; Kriglstein, 2012) (Wallner; Kriglstein, 2013)	Cliques, pontuação, nome do jogador, trajetória, tempo de jogo.

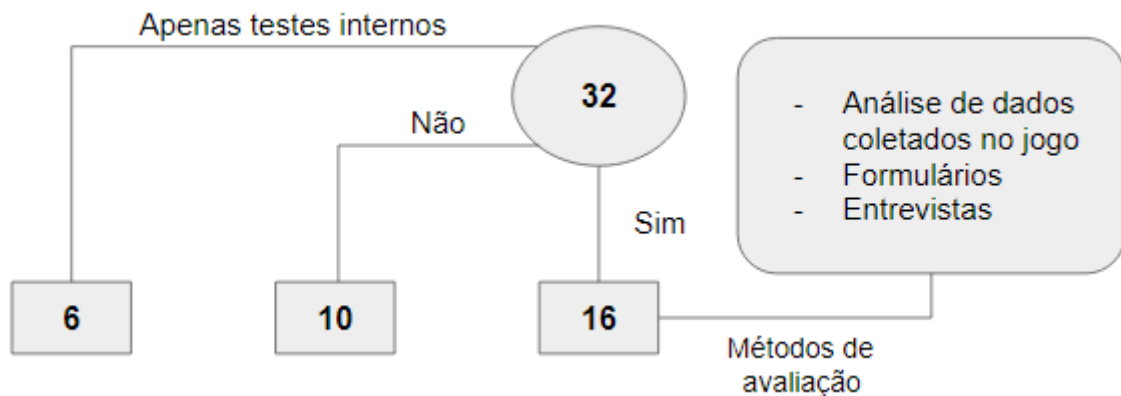
Educacional	(Barham; Preston; Werner, 2012) (Eskildsen; Rodil; Rehm, 2012) (Molnar; Kostkova, 2013) (Baldeón et al., 2016) (Alonso-Fernandez et al., 2017) (Horn et al., 2016) (Jones; Balci; Norton, 2015) (Eagle et al., 2015) (Minovic; Milovanovic, 2013) (Perez-Colado et al., 2017) (Chaudy; Connolly; Hailey, 2014)	Dados inseridos pelo próprio jogador, local do mapa acessado, tipo de conteúdo acessado, caminho percorrido, etapa do jogo, pontuação, nome do jogador, nível, tempo de conclusão, erros, acertos, jogada realizada, elemento utilizado, progresso de aprendizagem, nível de vida do personagem.
Puzzle	(Wallner; Kriglstein, 2012)	Nome do jogador, ações do jogador, tempo.
Raciocínio	(Chung et al., 2017) (Wallner; Kriglstein, 2015)	Dados do jogador, pontuação, nível concluído, nível não concluído, jogadores que concluíram cada nível, moedas coletadas, trajetória.
Movimento	(Berglund et al., 2017)	Pontuação, quantidade de movimentos.
Sobrevivência	(Carrigan et al., 2016)	Número de mortes, tempo de jogo, espécie de personagem por quem foi morto.

3.3.4 QP4. Foram utilizados métodos de avaliação nos estudos?

A maioria dos trabalhos, 16 (50%), apresentou uma avaliação (com alunos, professores, jogadores e profissionais) do sistema (podendo ser uma API para captura e análise de dados ou um jogo), 6 (18,8%) informaram apenas que foram testados e 10 (31,3%) não informaram ou não apresentaram nenhuma avaliação. Dos trabalhos avaliados, todos apresentaram uma avaliação sobre os dados coletados do jogo, usados para encontrar padrões de comportamento

dentro do jogo, avaliar o desempenho do jogador ou até mesmo para reconhecer problemas de jogabilidade. Entretanto, alguns trabalhos ainda contam também com dados coletados através de entrevistas ou questionário aplicados aos usuários (jogadores e alunos), como mostra a Figura 3.5.

Figura 3.5: Relação de jogos analisados



Fonte: Elaborado pelo autor

Dentre os 32 trabalhos analisados, 2 apresentam um estudo de captura e análise de dados através de técnicas de visualização da informação, sendo os mais relacionados com este projeto.

O primeiro trabalho, e certamente o mais relacionado com este projeto, é o de Alonso-Fernandez et al. (2017), que visa fornecer um sistema *Game Learning Analytics* (GLA) completo, que pode ser aplicado para qualquer jogo educacional que siga o padrão de coleta de dados proposto pela *Experience API* (xAPI). Alguns dos dados coletados no jogo são: nível, pergunta respondida, erros, acertos, pontos, duração de cada nível, perguntas com maior taxa de erros e acertos, uso de recursos (ajuda ou dica, por exemplo) durante as respostas. A representação dos dados é feita através de gráficos de barras, linhas e pizza.

A ferramenta proposta não foi validada. Os autores acreditam, com base no uso das diretrizes propostas pela xAPI que, com o conjunto de informações que são coletadas dos jogos para cada usuário específico (alunos, professores, desenvolvedores) e o conjunto de visualizações disponíveis na ferramenta, poder contribuir para uma padronização na captura e visualização de dados em jogos sérios.

O segundo trabalho é o de Horn et al. (2016), que visa analisar a experiência e o desempenho de usuários de um jogo educacional. Os dados coletados no jogo são: tempo de conclusão, número de níveis concluídos, erros e acertos, traços de jogadas (caminho percorrido). A representação dos dados é feita por nó-link e tabela.

Foi feita a captura dos dados de jogabilidade e aplicada uma entrevista com 9 alunos para que eles relatassem suas experiências dentro do jogo, para medir a satisfação e dificuldade. Com isso, foi possível verificar, através dos dados de jogabilidade e *feedback* dos usuários, áreas com problemas de jogabilidade dentro do jogo que não haviam sido descobertas na fase de projeto.

Embora ambos os projetos tenham semelhanças com o projeto a ser proposto neste trabalho e descrito no capítulo seguinte, o principal diferencial é que em nenhum deles foi feito um levantamento junto ao público-alvo para conhecer as reais necessidades de análise, bem como, suas dificuldades.

3.4 Discussão dos resultados

Com o mapeamento sistemático, percebeu-se que mesmo havendo um grande número de artigos retornados, poucos foram selecionados para responder às questões de pesquisa (apenas 33 dentre os 125 artigos). Em contrapartida, outro ponto que foi possível notar é o alto interesse em aplicar os estudos no campo educacional, sendo que 11 dentre os estudos analisados tiveram esta finalidade. Desta forma, é visível que existe um bom interesse na área de análise e visualização de dados educacionais por parte dos pesquisadores.

Todos os trabalhos analisados nos mostram que existe uma preocupação com a análise e a maneira de apresentar com cuidado para o usuário o máximo de informações de dados capturados dentro dos jogos; afinal, uma má representação destes dados pode influenciar de maneira negativa o entendimento e compreensão da informação que está sendo passada.

É possível notar nos trabalhos retornados dois diferentes tipos de estudos: o primeiro querendo apresentar ferramentas ou API's capazes de capturar dados dos jogadores dentro de um jogo e então transformá-los em representações visuais (LAGE et al., 2016; WALLNER; KRIGLSTEIN, 2012); e o segundo querendo fazer uso de técnicas de visualização para analisar e avaliar o comportamento ou nível de aprendizagem dos jogadores, onde os autores, com a ajuda de representações visuais, conseguem identificar padrões de jogabilidade dos jogadores (BARROS; NOTARGIACOMO, 2016; EAGLE et al., 2015).

Como vários destes trabalhos analisados levaram em consideração jogos educacionais, é possível perceber que nesse tipo de jogo é comum que exista a preocupação básica em analisar dois tipos de dados, sendo eles, os dados de jogabilidade (que podem ser utilizados para reconhecimento de padrões de comportamento dos jogadores ou áreas dos jogos que apresentam algum problema) (ESKILDSEN; RODIL; REHM, 2012; EAGLE et al., 2015; PEREZ-COLADO et al., 2017) e os dados pertinentes ao desempenho do jogador (que podem ser utiliza-

dos para medir o domínio do jogador/aluno, bem como identificar problemas de aprendizagem) (BARHAM; PRESTON; WERNER, 2012; MOLNAR; KOSTKOVA, 2013; BALDEÓN et al., 2016; HORN et al., 2016; JONES; BALCI; NORTON, 2015; MINOVIĆ; MILOVANOVIĆ, 2013; CHAUDY; CONNOLLY; HAINEY, 2014).

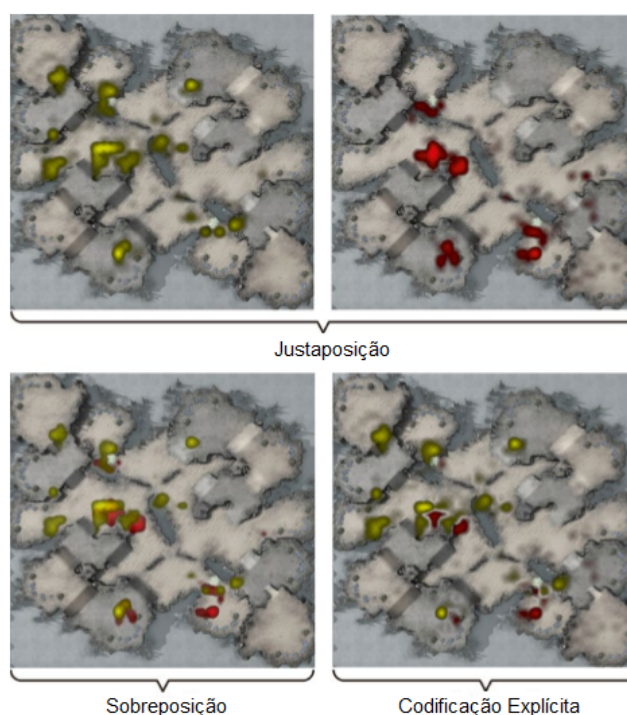
Percebeu-se também uma grande variedade de tipos de jogos utilizados nos estudos, dos mais variados gêneros, além da grande diversidade de tipos de técnicas e possíveis combinações para geração da melhor representação possível.

3.5 Considerações do capítulo

Os dados extraídos do mapeamento sistemático forneceram uma visão geral da importância do uso de técnicas de visualização da informação para representação e análise dos dados coletados em ambientes de jogos.

Um ponto que chamou a atenção foi o fato de que as técnicas mais utilizadas nos trabalhos são técnicas simples, como tabelas, gráficos de barras, colunas e linhas. Outro ponto interessante é a possibilidade de combinações de várias representações para atingir uma visualização específica como no caso da justaposição e sobreposição de mapas (Figura 3.6) utilizados no trabalho de Wallner e Kriglstein (2016).

Figura 3.6: Três abordagens para visualização comparativa



Fonte: Adaptado de Wallner e Kriglstein (2016)

De maneira geral, para que seja possível gerar uma boa representação visual, primeiramente deve-se levar em consideração o tipo de jogo que está sendo analisado, os tipos de dados que estão sendo coletados e, acima de tudo, qual a informação que deseja ser apresentada ao usuário, bem como, papel e interesses deste usuário (desenvolvedor, professor, jogador/aluno).

Nota-se que apenas o estudo de Alonso-Fernandez et al. (2017) propõe um modelo mais genérico para análise e visualização de dados de jogos educacionais dentre os trabalhos relacionados, entretanto não foram encontrados estudos com análises de aplicação em situação real ou validação desse modelo. Os demais estão preocupados em seguir um modelo próprio, desenvolvido primeiramente para atender as necessidades de um jogo específico.

Capítulo 4

SOLUÇÃO PROPOSTA

Neste capítulo será apresentada uma breve descrição da solução proposta neste estudo, com seus objetivos e características. O desenvolvimento de toda a solução, bem como os resultados alcançados, podem ser vistos no Capítulo 5.

4.1 Descrição da proposta

A proposta central deste trabalho foi definir um modelo genérico que pode ser aplicado em diferentes tipos de jogos educacionais. Neste modelo contamos com um conjunto de indicadores de participação dos alunos em jogos educacionais, um conjunto de dados a ser coletado dos jogos e um conjunto de representações visuais utilizado para representar graficamente todos os indicadores de participação e que sejam suficientes para o acompanhamento e a avaliação dos aprendizes de jogos educacionais. Espera-se que o conjunto de dados e técnicas propostas possam contribuir para uma melhor análise e compreensão dos níveis de desempenho e habilidades desenvolvidas por cada aluno, por parte dos professores.

As próximas seções apresentam uma descrição de cada um dos conjuntos pertencentes ao modelo proposto.

4.1.1 Conjunto de indicadores relevantes

O primeiro conjunto da solução proposta refere-se a um conjunto de indicadores de participação considerado relevante pelo público-alvo deste estudo, os professores. Cada um dos indicadores levantados atende a uma necessidade de análise específica, mas isso não significa que eles não possam ser usados em conjunto para obtenção de um nível de análise mais aprofundada.

Os indicadores podem ser separados em níveis de análise diferentes, de acordo com sua granularidade, sendo eles: indicadores referentes ao jogo de modo geral, indicadores referentes aos níveis do jogo e indicadores referentes aos desafios presentes em cada nível. Além disso, os indicadores permitem a realização de acompanhamento na visão de toda a turma de alunos e também de cada aluno individualmente.

4.1.2 Conjunto de dados a ser coletado

O segundo conjunto da solução proposta refere-se a um conjunto mínimo de dados que devem ser coletados nos jogos educacionais, a fim de atender os indicadores de participação, mencionados na subseção anterior. Por se tratar de um conjunto mínimo, a principal característica destes dados é que cada um deles busca atender ao maior número de indicadores possível.

4.1.3 Conjunto de técnicas de visualização

O terceiro conjunto da solução proposta refere-se a um conjunto de representações visuais utilizado para representar graficamente cada um dos indicadores de participação. O objetivo deste conjunto é ser claro e eficaz (capaz de apresentar os resultados da maneira mais correta possível), com uso de representações visuais simples e de fácil compreensão, permitindo que os professores possam acompanhar e avaliar o desempenho de seus alunos sem grandes dificuldades.

4.1.4 Dashboard de acompanhamento

O *Dashboard* de acompanhamento consiste na reunião e organização de todas as representações visuais, responsáveis por representar graficamente cada um dos indicadores de participação, com o objetivo apresentá-los aos professores, para que estes possam acompanhar e avaliar o progresso de aprendizagem de seus alunos.

As representações visuais foram dispostas em um *Dashboard* de modo que estas não sobrecarreguem visualmente o professor, assim, espera-se evitar uma percepção e compreensão equivocada das informações apresentadas.

4.2 Considerações do capítulo

Neste capítulo foi feita uma breve descrição da solução proposta e os conjuntos que a compõem. Cada um desses conjuntos possuem suas próprias características, porém, todos têm uma ligação e um laço de dependência entre si. Os conjuntos apresentados são resultados de uma série de etapas de desenvolvimento. Estas etapas, bem como os resultados obtidos em cada uma delas, estão descritos no capítulo seguinte.

Capítulo 5

DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

Neste capítulo, são descritas as características da pesquisa, além de todo o processo de desenvolvimento e obtenção de resultados de cada etapa da solução proposta.

5.1 Caracterização da pesquisa

Esta pesquisa pode ser caracterizada como qualitativa. A pesquisa qualitativa é caracterizada por não levar em conta representações numéricas, mas sim aprofundamento em uma amostra (WAZLAWICK, 2014).

Este trabalho, de acordo com seus objetivos, também se caracteriza como uma pesquisa exploratória por se tratar de um estudo que pretende proporcionar maior familiaridade com o problema, buscando torná-lo mais explícito ou construir hipóteses (GIL, 2002); bem como uma pesquisa descritiva por buscar obter dados mais consistentes acerca de uma determinada realidade (WAZLAWICK, 2014).

Além disso, esta é uma pesquisa de natureza aplicada, por ter o objetivo de gerar conhecimentos para a solução de problemas na prática (WAZLAWICK, 2014).

O desenvolvimento desta pesquisa também seguiu o modelo de referência para LA proposto por Chatti et al. (2013), definido como:

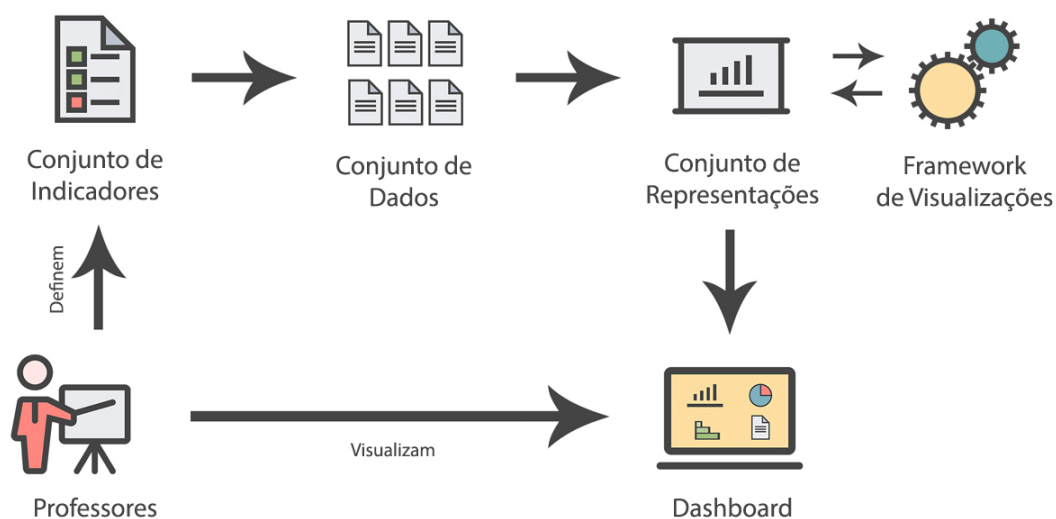
- **O que?** - foram analisados os conjuntos de indicadores e representações visuais considerados relevantes pelos professores para acompanhamento dos alunos no uso de jogos educacionais.
- **Por quê?** - investigar o potencial e limitações do uso de técnicas de visualização da informação para o acompanhamento do progresso de estudantes em suas interações com

jogos educacionais.

- **Como?** - foram aplicadas pesquisas, questionários e grupo de foco.
- **Quem?** - o público alvo deste estudo consiste em professores de instituições que fazem uso da plataforma REMAR¹ nos seguintes níveis de ensino: fundamental, médio, técnico e superior.

Para melhor elucidar, o fluxo de desenvolvimento da solução proposta pode ser visto na Figura 5.1.

Figura 5.1: Fluxo de desenvolvimento da solução proposta



Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 5.1, vemos que o primeiro passo consiste no levantamento e definição do conjunto de indicadores, depois na definição do conjunto de dados a ser coletado, seguido do conjunto de representações visuais (e, neste caso, também do framework de visualizações a ser utilizado) e, por fim, no desenvolvimento e apresentação do *Dashboard* a ser visualizado pelos professores.

Foi apresentado para todos os professores convidados a participarem das etapas de desenvolvimento deste estudo, o **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE**, disponível no Apêndice A. Este termo foi submetido e aprovado pelo **Comitê de Ética em Pesquisa da UFSCar - CEP**, como mostra o Anexo A.

As próximas seções descrevem com maiores detalhes os principais resultados alcançados durante as etapas de desenvolvimento deste estudo.

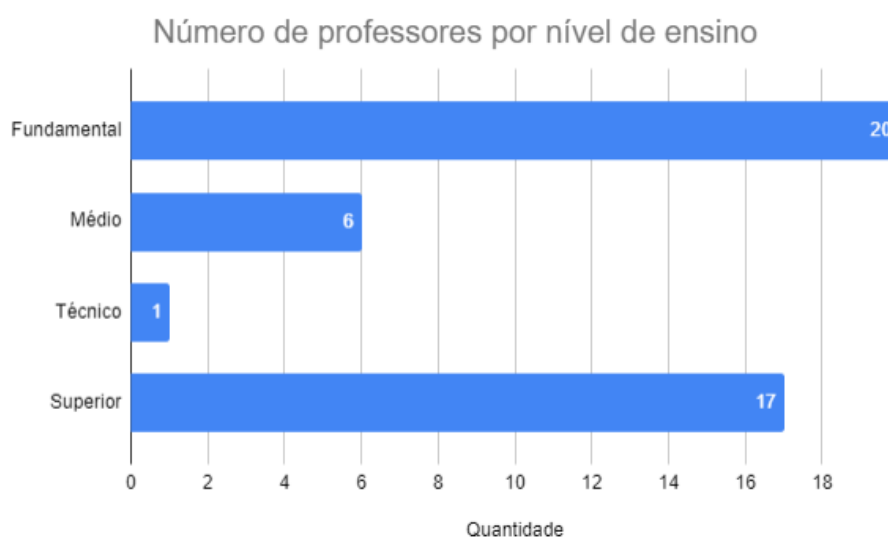
¹Recursos Educacionais Multiplataforma Abertos na Rede - <http://remar.dc.ufscar.br/>

5.2 Levantamento de indicadores

Com o intuito de conhecer os objetivos dos professores no uso e acompanhamento de jogos educacionais, bem como suas dificuldades, foi conduzida uma pesquisa *survey* com professores do ensino fundamental, médio, técnico e superior que utilizam jogos em suas práticas educacionais. Foram convidados professores que participam de projetos piloto com jogos educacionais da plataforma REMAR, além de professores que usam jogos e/ou pesquisam sobre jogos educacionais.

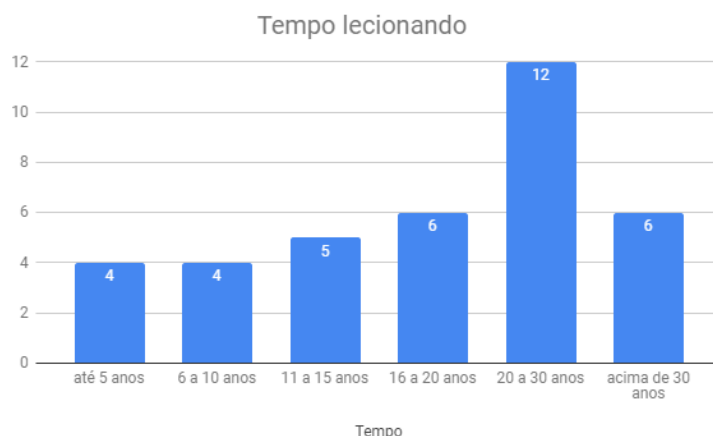
Os professores foram convidados a responder um questionário online, primeiramente, para verificar seus dados pessoais, há quanto tempo e em qual nível de ensino lecionam. Dos 37 professores que aceitaram responder o questionário, 15 lecionam somente no ensino superior, 13 somente no ensino fundamental, 4 nos ensinos fundamental e médio, 2 somente no ensino médio, 2 nos ensinos fundamental e superior e 1 nos ensinos fundamental e técnico. O número de professores em cada nível de ensino pode ser visto na Figura 5.2.

Figura 5.2: Quantidade de professores em cada nível de ensino



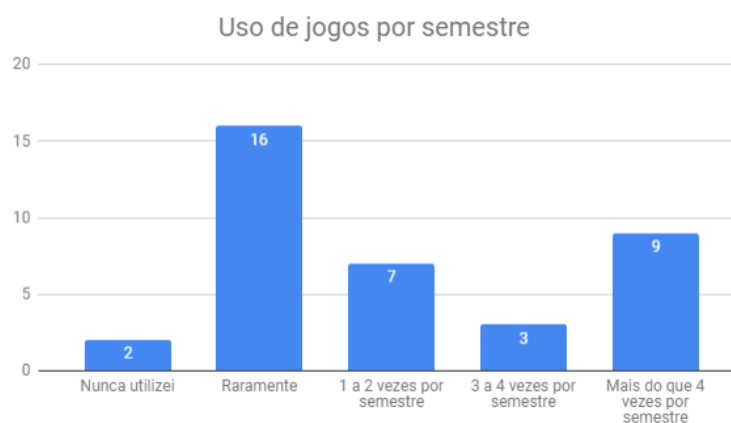
Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 5.3 apresenta os dados sobre o tempo de docência dos professores convidados. Percebe-se que apenas 4 professores ainda estão nos primeiros anos de carreira, enquanto que a maioria é bem experiente, lecionando há mais de 5 anos.

Figura 5.3: Tempo de docência dos professores

Fonte: Elaborado pelo autor

De todos os professores que responderam o questionário, apenas 2 nunca utilizaram jogos educacionais no processo de aprendizagem de seus alunos, mas por demonstrarem interesse em usá-los futuramente, consideramos suas respostas. A frequência de uso pode ser vista na Figura 5.4.

Figura 5.4: Número de vezes que o professor utiliza jogos por semestre

Fonte: Elaborado pelo autor

Após o levantamento de informações básicas sobre os professores, a primeira questão analisada no *survey* foi relacionada aos objetivos dos professores participantes no uso dos jogos educacionais.

Os principais objetivos identificados foram:

- Analisar o potencial dos jogos na mediação da aprendizagem;

- Explorar a ludicidade dos jogos como fator motivacional para a aprendizagem;
- Explorar a interatividade e a possibilidade de simular situações reais em um ambiente seguro e interativo;
- Promover uma experiência estimuladora e significativa;
- Envolver os alunos e aumentar o interesse destes em aprender;
- Treinar/reforçar conceitos e habilidades aprendidos em aula;
- Estimular o raciocínio lógico;
- Observar e analisar os processos linguísticos e cognitivos que estão envolvidos na interação com jogos.

Para verificar se os objetivos de uso foram alcançados, é preciso realizar um acompanhamento com os alunos e por isso, solicitamos aos professores participantes que indicassem como realizam o acompanhamento de seus alunos durante o uso de jogos. A maioria dos professores indicou como forma de acompanhamento a observação do uso. Alguns indicaram também discussões em grupo, *feedback* dos alunos por meio de formulários ou discussões e gravação das interações para posterior análise. Em alguns casos, os professores aplicam testes ou atividades práticas para avaliar os conhecimentos e habilidades do aluno após o uso de jogos. Alguns ainda não realizam qualquer tipo de acompanhamento ou avaliação. Nenhum professor indicou algum tipo de acompanhamento por meio da coleta de dados a partir dos jogos durante o uso destes por seus alunos.

Também foi solicitado aos professores que nos indicassem os seus objetivos de acompanhamento dos alunos nos jogos, bem como as dificuldades encontradas nesse acompanhamento. A maioria indicou como objetivos:

- Analisar a efetividade da aprendizagem;
- Acompanhar o rendimento;
- Acompanhar o progresso dos alunos;
- Identificar as dificuldades e tirar dúvidas;
- Apoiar o desenvolvimento de conhecimento.

Dentre as principais dificuldades no acompanhamento, ou seja, o que gostariam de conseguir acompanhar mas não conseguem, foram apontados:

- Acompanhar a passagem de fases e números de acertos e erros;
- Número de tentativas até chegar ao final;
- Acompanhamento individual dos desafios e soluções de cada aluno;
- Observar o caminho percorrido (tentativas) para analisar o raciocínio usado;
- Analisar como o aluno se sente dentro do jogo;
- “Acompanhar o que acontece dentro do jogo”.

A partir do mapeamento sistemático apresentado no Capítulo 3, em conjunto com experiências anteriores do nosso grupo de pesquisa, e buscando atender as necessidades de acompanhamento apontadas pelos professores, foi possível a identificação de um conjunto inicial de indicadores de participação supostamente relevantes para o acompanhamento das participações dos alunos em jogos educacionais. Com o intuito de validar e complementar esse conjunto, o apresentamos aos 37 professores participantes do *survey* e solicitamos que indicassem a relevância ou não de cada um dos indicadores apresentados. A lista de indicadores com a quantidade de votos pode ser vista na Tabela 5.1.

Tabela 5.1: Indicadores de participação relevantes para acompanhamento de desempenho

Indicadores	Votos
Progresso dos alunos por nível (tentativas/conclusão)	30 (81,1%)
Progresso dos alunos por desafio (acertos/erros)	30 (81,1%)
Número de alunos que concluíram o jogo	29 (78,4%)
Taxa de erro por desafio	27 (73%)
Número de tentativas de concluir cada nível	26 (70,3%)
Tempo de conclusão do jogo	24 (64,9%)
Número de alunos em cada nível do jogo	22 (59,5%)
Frequência de escolhas por desafio	22 (59,5%)
Número de tentativas de concluir cada desafio	21 (56,8%)
Tempo de conclusão de cada desafio	21 (56,8%)
Tempo de conclusão de cada nível	19 (51,4%)
Ranking de pontuação	17 (45,9%)

Fonte: Elaborado pelo autor

Também solicitamos que os participantes analisassem se o conjunto de indicadores contido na Tabela 5.1 é suficiente para apoiar o acompanhamento dos alunos nos jogos. De acordo com a maioria dos professores (25 dos 37), o conjunto foi considerado suficiente para um bom acompanhamento de seus alunos. Alguns dos participantes indicaram ainda a necessidade de um modelo de acompanhamento que fornecesse indicadores de motivação, índice de satisfação e o fator emocional dos alunos enquanto jogam.

A partir desta etapa pudemos identificar as demandas de professores que atuam em diferentes níveis de ensino, bem como suas dificuldades. Também foi possível definir e validar um conjunto inicial de indicadores de participação relevantes para o acompanhamento dos estudantes nos jogos.

5.3 Coleta de dados de interação

A etapa de coleta de dados de interação teve como objetivo principal a definição de um conjunto de atributos comuns que devem ser coletados durante as interações de estudantes com os jogos, com o objetivo de possibilitar as análises dos indicadores definidos no estudo anterior.

Em um primeiro momento, estudou-se a utilização de um modelo de coleta de interações já existente, como a *xAPI*. Porém, frente às documentações disponíveis por ambas as ferramentas e por meio de implementações de suas funcionalidades que pudessem servir como testes, constatou-se que seus perfis de análise não eram suficientes para atender o conjunto de indicadores de participação definido na seção anterior. Por fim, o nosso estudo busca a definição de um modelo que seja genérico e aplicável ao máximo de jogos educacionais possível e a utilização de um modelo de coleta já existente neste momento iria impor uma regra de implementação ao desenvolvedor de jogos educacionais, o que não condiz com nosso objetivo.

Diante disso, foi definido um modelo próprio de coleta, de modo a não influenciar o desenvolvedor de jogos, assim, o desenvolvedor pode implementar seu modelo de coleta da maneira como achar mais conveniente. Foi feito primeiramente um estudo em cima de todo o conjunto de indicadores de participação com o objetivo de gerar um conjunto mínimo de dados a ser coletado, onde cada dado pudesse atender o máximo de indicadores de participação possível. O conjunto resultante de dados a ser coletado durante as interações dos estudantes nos jogos é apresentado na Tabela 5.2. Também é possível verificar na Tabela 5.3, um mapeamento entre o conjunto de dados definido e os indicadores de participação apresentado na seção anterior.

Tabela 5.2: Conjunto mínimo de dados a serem coletados nos jogos

Dados coletados	Descrição
gameId	Usado para informar qual é a instância de jogo analisada.
userId	Usado para identificar o usuário.
levelId	Usado para identificar o nível do jogo.
challengeId	Usado para identificar o desafio (questão) do nível.
win	Usado para indicar se o usuário acertou (true) ou errou (false) o desafio.
answer	Indica a resposta (escolha) do usuário para um determinado desafio.
score	Indica a pontuação do usuário.
time	Usado para indicar o tempo gasto no jogo, nível ou desafio (0=início; >0=conclusão).
timeType	Usado em conjunto com a variável “time” para identificar se o tempo é referente ao jogo (0), nível (1) ou desafio (2).

Tabela 5.3: Dados necessários para cada indicador

Indicador atendido	Dados coletados
- Número de tentativas de concluir cada nível	gameId; userId; time (=0); timeType (=1); levelId
- Número de tentativas de concluir cada desafio	gameId; userId; levelId; challengeId; win (true e false)
- Ranking de pontuação - Número de alunos que concluíram o jogo	gameId; userId; score
- Tempo de conclusão de jogo	gameId; userId; time (>0); timeType (=0)
- Tempo de conclusão de cada nível	gameId; userId; time (>0); timeType (=1); levelId
- Tempo de conclusão de cada desafio	gameId; userId; time (>0); timeType (=2); challengeId
- Número de alunos em cada nível do jogo	gameId; userId; levelId
- Desafios com maior taxa de erros	gameId; levelId; challengeId; win (=false)
- Frequência de escolhas por desafio	gameId; levelId; challengeId; answer
- Progresso dos alunos por nível (tentativas/conclusão)	gameId; userId; levelId; time (=0); time (>0); timeType (=1)
- Progresso dos alunos por desafio (erros/acertos)	gameId; userId; levelId; challengeId; win (=false); win (=true)

Uma vez que buscamos definir um conjunto mínimo de dados a ser coletado podemos perceber, com a ajuda da Tabela 5.3, que um mesmo dado é utilizado para atender vários indicadores de participação. Por exemplo, o dado *levelId* atende tanto o indicador “Número de tentativas de concluir cada nível”, como também, o indicador “Número de alunos em cada nível do jogo”.

5.4 Ferramentas e técnicas de visualização

Para a realização da etapa de escolha de ferramentas e técnicas de visualização, foi preciso primeiramente dividi-la em dois passos: (1) definição de quais técnicas de visualização seriam utilizadas para representação dos dados; e (2) definição de qual *framework* de visualizações seria utilizado para implementação das visualizações.

Em posse dos indicadores apresentados na Seção 5.2 e dos dados a serem coletados apresentados na Seção 5.3, deu-se início ao processo de “Mapeamento Visual”, no qual os dados desejados são apresentados por meio de uma representação visual. Para a definição do conjunto de representações visuais, foram escolhidas representações visuais “simples” e de fácil compreensão, que atendessem aos tipos de dados coletados e presentes na “Tabela de Dados” (quantitativo, ordinal e nominal), buscando representá-los de maneira efetiva e expressiva.

Para a implementação do conjunto de representações visuais, contou-se com o apoio dos resultados obtidos durante o levantamento bibliográfico e buscas manuais realizadas posteriormente. Deste modo, foi possível identificar diversos *frameworks* de visualizações existentes, sendo eles totalmente gratuitos ou não, cada um deles com suas características e conjuntos de visualizações próprios.

Embora muitos *frameworks* de visualizações tenham sido encontrados, sendo alguns até utilizados em cursos ministrados em algumas universidades, eles são antigos e não foram encontradas atualizações recentes, como é o caso do **Prefuse** (HEER; CARD; LANDAY, 2005), **InfoVis Toolkit** (FEKETE, 2004) e **Piccolo** (BEDERSON; GROSJEAN; MEYER, 2004). Alguns ainda possuem suas próprias plataformas de visualização, impossibilitando assim, a implementação de seus recursos em um sistema externo, como **Polaris** (STOLTE; TANG; HANRAHAN, 2008), **Tableau Public**² e **Infogram**³.

De todo modo, foram encontrados também *frameworks* de visualizações com características suficientes para suprir as necessidades desta etapa. Os principais são: **D3.js** (BOSTOCK; OGI-

²<https://public.tableau.com/s/>

³<https://infogram.com/>

EVETSKY; HEER, 2011), **WebCharts** (BRYANT; WILDFIRE, 2016), **AnyCharts**⁴, **Charts.js**⁵, **Vis.js**⁶, **Chartist.js**⁷ e **Google Charts**⁸.

Todos esses *frameworks* de visualizações possuem características semelhantes, um grande conjunto com diversas representações visuais disponíveis e possibilidade de implementação em um ambiente *web* externo, por meio da linguagem *JavaScript*. Além disso, os dados utilizados para popular os gráficos podem ser inseridos de maneira manual em um formato de “tabela” ou então por meio de chamadas externas e utilizam formatos diferentes, por exemplo, *CSV* e *JSON*.

De todos os *frameworks* de visualizações mencionados, optamos por utilizar o **Google Charts**, pelo conjunto de gráficos disponível e estar em constante atualização. Além disso, é um *framework* de fácil implementação, baseado em *JavaScript*, além da possibilidade de personalizar cada um dos gráficos, com cores e tamanhos diferentes, para uma melhor apresentação.

Os tipos de representações visuais utilizadas para representar os indicadores deste estudo podem ser vistas na Tabela 5.4 e suas justificativas de escolha estão descritas a seguir.

Tabela 5.4: Tipo de representação visual utilizada para apresentar cada indicador

Indicadores	Tipo de representação
Progresso dos alunos por nível (tentativas/conclusão)	Gráfico de colunas empilhadas
Progresso dos alunos por desafio (tentativas/erros)	Gráfico de colunas empilhadas
Número de alunos que concluíram o jogo	Tabela
Desafios com maior taxa de erros	Gráfico de área (colunas)
Número de tentativas de concluir cada nível	Gráfico de colunas
Tempo de conclusão do jogo	Gráfico de barras
Número de alunos em cada nível do jogo	Gráfico de colunas
Frequência de escolhas por desafio	Gráfico de colunas
Número de tentativas de concluir cada desafio	Gráfico de pizza
Tempo de conclusão de cada desafio	Gráfico de área (linhas)
Tempo de conclusão de cada nível	Gráfico de linhas
Ranking de pontuação	Tabela

Fonte: Elaborado pelo autor

⁴<https://anychart.com/pt/products/anychart/overview/>

⁵<https://chartjs.org/docs/latest/>

⁶http://visjs.org/#download_install

⁷<https://gionkunz.github.io/chartist-js/getting-started.html>

⁸https://developers.google.com/chart/interactive/docs/quick_start

5.4.1 Tabela

A representação em forma de Tabela foi utilizada para representar os seguintes indicadores de participação: **Número de alunos que concluíram o jogo** e **Ranking de pontuação**.

As características de uma tabela indicam que qualquer tipo de dados pode ser utilizado, uma vez que suas informações são apresentadas, de maneira geral, em formato textual. Em nossa tabela temos 3 colunas, onde a primeira apresenta a colocação de cada aluno do tipo numérico, gerada de maneira automática pela própria representação visual, a segunda apresenta o nome de cada aluno do tipo nominal e a terceira apresenta a pontuação de cada aluno do tipo numérico. A tabela foi ordenada de modo decrescente, utilizando como referência os valores de pontuação, desta forma podemos reconhecer os alunos que tiveram mais e menos pontos no jogo. E por meio da coluna de colocação podemos determinar quantos alunos concluíram o jogo, uma vez que utilizamos apenas as pontuações que cada aluno atingiu ao concluir o jogo.

Um ponto em nossa solução que vale a pena ressaltar é o fato de o jogo somente enviar os dados de tempo de conclusão do jogo e pontuação quando o aluno conclui completamente o jogo. Desse modo, o indicador **Número de alunos que concluíram o jogo** pode ser observado em conjunto, com o indicador **Tempo de conclusão do jogo**, como também com o indicador **Ranking de pontuação**

5.4.2 Gráfico de barras

Um gráfico de barras comum utilizado para mostrar comparações numéricas, pode representar barras horizontais ou verticais, este último também é conhecido como “gráfico de colunas”(RIBECCA, 2017). Em nosso trabalho utilizamos o gráfico de colunas para representar os seguintes indicadores de participação: **Tempo de conclusão do jogo (toda turma)**, **Número de alunos em cada nível do jogo (toda turma)**, **Número de tentativas de concluir cada nível do jogo (toda turma)** e **Frequência de escolhas por desafio (toda turma)**.

Em um gráfico de barras, determina-se que um dos eixos seja estritamente do tipo quantitativo, além disso, deve-se haver uma relação de 1 para 1 entre seus eixos, ou seja, para cada valor do eixo X, deve-se haver ao menos um valor correspondente no eixo Y (RIBECCA, 2017).

As tabelas de dados dos indicadores representados são compostas pelos seguintes tipos de dados: *nominal* para o eixo X e *quantitativo* para o eixo Y.

Uma diferença entre gráficos de colunas utilizados pode ser vista no gráfico utilizado para representar o **Número de tentativas de concluir cada nível do jogo**. Este gráfico possui uma

proporção de dependência de 1 para 2, ou seja, para cada valor do eixo X, existem dois valores correspondentes no eixo Y. Optamos por utilizar essa variação do gráfico de barras, também conhecido como “gráfico de múltiplas barras”, para que fosse possível visualizar a diferença entre o número total de tentativas (concluídas ou não), em relação ao número de tentativas concluídas em cada nível.

5.4.3 Gráfico de barras empilhadas

O gráfico de barras empilhadas foi utilizado para representar os seguintes indicadores de participação: **Progresso dos alunos por nível (toda turma)**, **Progresso dos alunos por desafio (toda turma)** e **Número de tentativas de concluir cada nível (por aluno)**.

Embora as características de um gráfico de barras empilhadas sejam bem parecidas com as características de um gráfico de múltiplas barras, sua utilização só se torna interessante caso sua proporção de dados seja no mínimo de 1 para 2, ou seja, para cada valor no eixo X, existem dois valores correspondentes no eixo Y. Isso deve-se ao fato de um gráfico de barras empilhadas demonstrar um sentido de parte-todo em suas barras.

As tabelas de dados dos indicadores representados são compostas pelos seguintes tipos de dados: *nominal* para o eixo X e *quantitativo* para o eixo Y.

Existem duas variações do gráfico de barras empilhadas: “gráfico de barras empilhadas simples”, onde a somatória de cada segmento remete ao valor total da barra; e “gráfico de barras empilhadas de 100%”, onde cada segmento possui uma porcentagem em relação ao total de 100% da barra.

Por exemplo, em nosso estudo, para representarmos o **Progresso dos alunos por nível** utilizamos uma barra indicando o número de tentativas não concluídas e outra barra empilhada com o número de tentativas concluídas. A somatória de uma barra empilhada sobre a outra nos indica o número total de tentativas de cada aluno no nível. Além disso, neste caso também utilizamos cores diferentes que pudessem ajudar a identificar cada uma das barras. Para o número de tentativas não concluídas foi utilizada a cor vermelha, por dar a sensação de insucesso e para o número de tentativas concluídas utilizou-se a cor verde, por dar a sensação de sucesso.

5.4.4 Gráfico de barras interligadas

O gráfico de barras interligadas foi utilizado como alternativa ao gráfico de barras comum para representar os seguintes indicadores de participação: **Taxa de erro por desafio (toda a**

turma) e **Taxa de erro por desafio (por aluno)**.

As tabelas de dados dos indicadores representados são compostas pelos seguintes tipos de dados: *ordinal* para o eixo X e *quantitativo* para o eixo Y.

Esta representação visual possui as mesmas características de um gráfico de barras comum, com a diferença de que todas as barras são interligadas por uma linha, dando impressão de unidade entre elas. Ainda que cada barra represente a taxa de erro no desafio específico, a soma de todas as barras indicam a taxa de erro total atingida no nível. Também escolhemos utilizar a cor vermelha para representar as barras, uma vez que estes indicadores indicam erros, o que remete à ideia de insucesso.

5.4.5 Gráfico de linhas

Os gráficos de linha são comumente utilizados para exibir valores quantitativos em um intervalo ou período de tempo (RIBECCA, 2017). Este tipo de gráfico foi utilizado com o intuito representar os seguintes indicadores de participação: **Tempo de conclusão de cada nível (toda turma)** e **Tempo de conclusão de cada nível (por aluno)**.

As características de um gráfico de linhas determinam que seu eixo Y (vertical) deve ser composto por dados numéricos e seu eixo X (horizontal) composto por dados numéricos, nominais ou ordinais. Além disso, deve-se haver uma relação mínima de 1 para 1 entre seus eixos, ou seja, para cada valor do eixo X, deve-se haver ao menos um valor correspondente no eixo Y.

As tabelas de dados dos indicadores representados são compostas pelos seguintes tipos de dados: *ordinal* para o eixo X e *quantitativo* para o eixo Y.

Mesmo que em nosso caso, os dados que compõem o eixo X sejam dados ordinais (nome de cada nível do jogo), utilizamos um gráfico de linha pois conseguimos, por meio de suas curvaturas e inclinações, dar a impressão de tempo, sem haver necessariamente uma relação temporal.

5.4.6 Gráfico de área

O gráfico de área em linhas foi utilizado para representar os seguintes indicadores de participação: **Tempo de conclusão de cada desafio (toda turma)** e **Tempo de conclusão de cada desafio (por aluno)**.

As tabelas de dados dos indicadores representados são compostas pelos seguintes tipos de dados: *ordinal* para o eixo X e *quantitativo* para o eixo Y.

As características de um gráfico de área em linhas são as mesmas de um gráfico de linha comum, porém em um gráfico como este podemos representar suas áreas de duas maneiras: gráfico de área agrupada e gráfico de área empilhada (RIBECCA, 2017).

Em um gráfico de área agrupada, todas as séries iniciam no eixo zero, já nos gráficos de área empilhada, cada série inicia após o final da série anterior, obtendo o mesmo efeito visual de totalidade de um gráfico de colunas empilhadas. Como em nosso estudo utilizamos gráficos de linhas para representar os indicadores de tempo relacionados aos níveis, optamos por utilizar gráficos de área agrupada como alternativa visual para que fosse possível diferenciar os indicadores representados, uma vez que os indicadores aqui mencionados se referem ao tempo de conclusão de cada desafio.

5.4.7 Gráfico de pizza

Os gráficos de pizza são utilizados para mostrar proporções entre categorias. Este tipo de gráfico foi utilizado para representar os seguintes indicadores de participação: **Número de tentativas de concluir cada desafio (toda turma)** e **Número de tentativas de concluir cada desafio (por aluno)**.

Mesmo os gráficos de pizzas sendo circulares, eles ainda são mapeados em forma de eixo. O eixo X que determina as fatias da pizza, deve ser composto por dados ordinais ou nominais, enquanto que o eixo Y que determina a proporção desta fatia, deve ser composto por dados quantitativos. Cada uma das fatias da pizza possuem uma relação entre si e fazem parte de um todo (RIBECCA, 2017). Por exemplo, em nosso caso cada uma das fatias representa o número de tentativas de concluir cada desafio, se somarmos os valores de todas as fatias, temos então o total de tentativas em um nível.

As tabelas de dados dos indicadores representados são compostas pelos seguintes tipos de dados: *ordinal* para determinar as fatias do gráfico e *quantitativo* para determinar a proporção destas fatias.

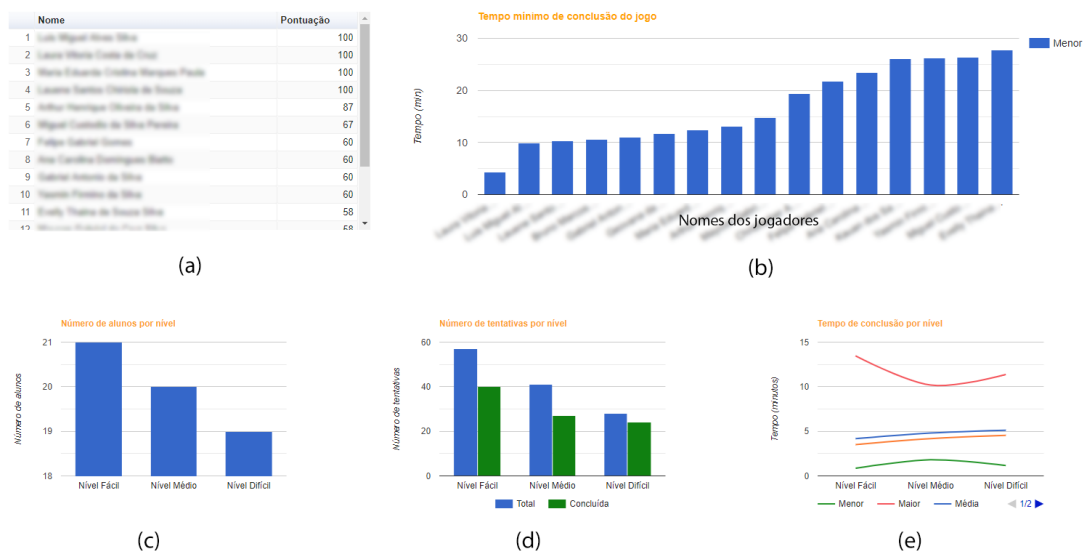
5.5 *Dashboard de acompanhamento*

O desenvolvimento do *Dashboard* buscou seguir a definição trazida por Few (2004, p.3), segundo o qual um *Dashboard* “é uma exibição visual das informações mais importantes necessárias para atingir um ou mais objetivos; consolidada e organizada em uma única tela para que as informações possam ser monitoradas rapidamente”.

Diante do grande número de indicadores a serem apresentados (Seção 5.2), optou-se por montar e dividir o *Dashboard* de acordo com o grau de granularidade das informações apresentadas. Levando-se em consideração que os indicadores trazidos possuem, de modo geral, 3 níveis de análise de participação/desempenho (análise do jogo, análise de cada nível/fase do jogo e análise dos desafios de cada nível), a divisão do *Dashboard* também foi baseada nesta maneira. Além disso, a sequência dos gráficos apresentada foi pensada de modo que um indicador tenha ligação com o outro; por exemplo, após o professor verificar quem são os “alunos que concluíram todo o jogo” e suas “pontuações”, ele pode então ver também o “tempo de conclusão” de cada um.

O primeiro nível de indicadores dispostos no *Dashboard* refere-se aos indicadores que visam mostrar informações relacionadas às participações no jogo, em um contexto geral, como mostra a Figura 5.5.

Figura 5.5: Indicadores relacionados ao jogo



Fonte: Elaborado pelo autor

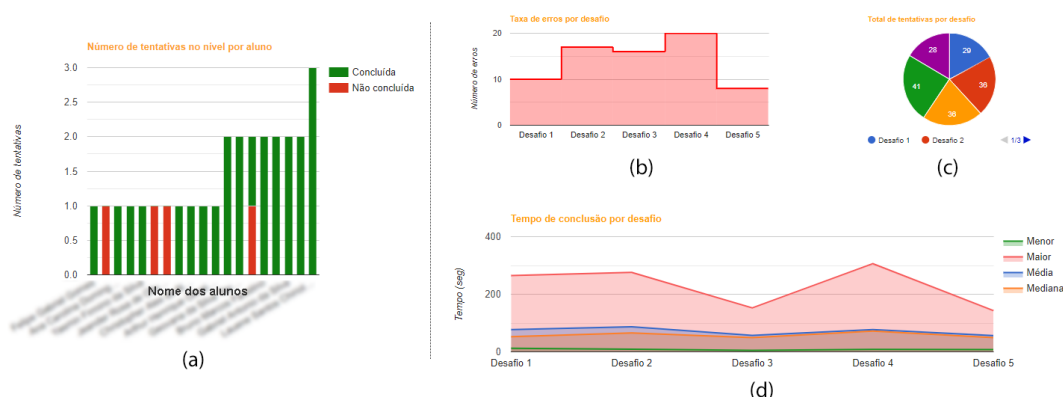
Os indicadores referentes às participações no jogo são:

- Número de alunos que concluíram o jogo (Figura 5.5a)
- Ranking de pontuação (Figura 5.5a)
- Tempo de conclusão do jogo (Figura 5.5b)
- Número de alunos em cada nível do jogo (Figura 5.5c)

- Número de tentativas de concluir cada nível do jogo (Figura 5.5d)
- Tempo de conclusão de cada nível do jogo (Figura 5.5e)

O segundo nível de indicadores a ser exibido diz respeito às informações relacionadas a cada nível do jogo, como mostra a Figura 5.6. Para isso, é necessário primeiramente selecionar para qual nível pretende-se apresentar os indicadores. Após a escolha do nível, são apresentadas suas informações.

Figura 5.6: Informações relacionadas a cada nível do jogo



Fonte: Elaborado pelo autor

Os indicadores referentes a cada fase são:

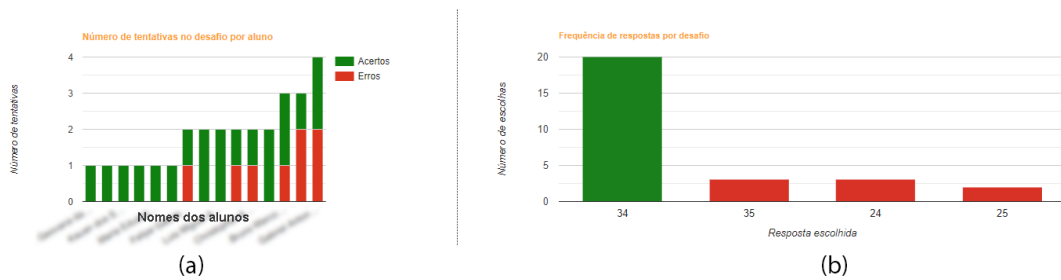
- Progresso dos alunos por nível (onde são mostrados todos os alunos presentes no nível selecionado, além do número de tentativas e conclusões de cada um) (Figura 5.6a)
- Taxa de erro por desafio (Figura 5.6b)
- Número de tentativas de concluir cada desafio (Figura 5.6c)
- Tempo de conclusão de cada desafio (Figura 5.6d)

O terceiro nível de indicadores a ser exibido diz respeito às informações pertinentes aos desafios de cada nível do jogo, como mostra a Figura 5.7. Não é possível selecionar um desafio sem antes ter selecionado um nível do jogo, pois cada nível do jogo possui um conjunto diferente de desafios. Após a escolha do desafio desejado, suas informações ficam visíveis.

Os indicadores referentes aos desafios de cada nível são:

- Progresso dos alunos por desafio (onde são mostrados todos os alunos que responderam o desafio selecionado, além do número de tentativas de cada um) (Figura 5.7a)
- Frequência de escolhas por desafio (alternativas escolhidas em perguntas de múltipla escolha, respostas para palavras embaralhadas, etc.) (Figura 5.7b)

Figura 5.7: Informações relacionadas aos desafios de cada nível do jogo



Fonte: Elaborado pelo autor

O *Dashboard* também permite a obtenção de informações relacionadas à participação de um aluno específico. Para isso, deve-se selecionar o usuário desejado e então seus indicadores de participação estarão disponíveis.

O *Dashboard* com informações do aluno também é dividido em níveis, sendo que o primeiro apresenta informações gerais relacionadas ao jogo e o segundo apresenta informações relacionadas ao desempenho do aluno nos desafios presentes em cada nível do jogo, como mostram as Figuras 5.8 e 5.9, respectivamente.

Os indicadores referentes ao desempenho de cada aluno no jogo são:

- Número de tentativas de concluir cada nível (Figura 5.8a)
- Tempo de conclusão de cada nível (Figura 5.8b)

Figura 5.8: Informações relacionadas ao desempenho do aluno no jogo



Fonte: Elaborado pelo autor

Os indicadores referentes ao desempenho de cada aluno dentro dos níveis do jogo são:

- Número de tentativas de concluir cada desafio (Figura 5.9a)
- Desafios com maior taxa de erros (Figura 5.9b)
- Tempo de conclusão de cada desafio (Figura 5.9c)

Figura 5.9: Informações relacionadas ao desempenho do aluno em cada nível do jogo



Fonte: Elaborado pelo autor

Com o *Dashboard* desenvolvido e disponível para uso, o próximo passo foi a realização de avaliações que permitiram verificar seu comportamento correto, bem como sua real utilidade para os professores. A fase de avaliação e seus resultados estão descritos a seguir.

5.6 Avaliação da solução proposta

Com a obtenção dos resultados provindos das etapas anteriores, esta etapa teve como objetivo a validação inicial de toda a solução proposta, sendo ela, o conjunto de indicadores de participação, conjunto de representações visuais e *Dashboard* de acompanhamento. A seguir são apresentados as etapas de **planejamento, teste piloto, condução e resultados da avaliação da solução proposta.**

5.6.1 Planejamento

A etapa de planejamento consistiu no desenvolvimento e definição de um roteiro de execução a ser seguido nas etapas de teste piloto e avaliação da solução. Os objetivos, instrumentos e tarefas do roteiro de execução estão descritos a seguir.

5.6.1.1 Objetivos

Acompanhar todo o processo a ser desempenhado pelo professor, em uma situação real de análise, acompanhamento e avaliação das interações de seus alunos no uso de jogos educacionais.

5.6.1.2 Instrumentos

Será necessário a utilização dos seguintes instrumentos:

- **Plataforma REMAR:** plataforma online que permite a criação de diferentes instâncias de jogos educacionais com conteúdos customizáveis.
- **Jogo Responda se Puder:** é um jogo de perguntas e respostas, na qual o jogador precisa responder corretamente para conseguir passar de nível.
- **Jogo Escola Mágica:** é um jogo de plataforma que demonstra a jornada para passar de ano na Escola Mágica. O jogo ainda conta com etapas de perguntas e respostas, na qual o jogador precisa responder corretamente para que possa conseguir liberar novos caminhos e passar de nível.
- **Jogo Em Busca do Santo Grau:** é um jogo que permite a exploração de diversos ambientes acadêmicos na busca por um diploma, desvendando puzzles, quizzes, encontrando recompensas pelo caminho e descobrindo mais sobre o fantástico mundo da universidade.
- **Formulário online do LimeSurvey⁹:** as questões apresentadas aos professores para avaliação da nossa solução podem ser vistas no Apêndice B.

5.6.1.3 Tarefas

As tarefas a serem cumpridas, sua ordem e descrição, são:

1. **Cadastramento na plataforma REMAR:** os professores, bem como seu alunos, deverão estar cadastrados na plataforma REMAR para utilização dos jogos e visualização do *Dashboard*.
2. **Customização dos jogos:** como mencionado anteriormente, serão utilizados três jogos nesta etapa, *Responda se Puder*, *Escola Mágica* e *Em Busca do Santo Grau*. Para isso, o professor deverá customizá-los com questões de acordo com a sua área de ensino.

⁹<https://www.limesurvey.org/>

3. **Aplicação dos jogos com os alunos:** após a customização dos jogos, os professores deverão permitir que seus alunos os joguem. A maneira como esta tarefa será conduzida fica a cargo do professor, podendo ser realizada dentro ou fora da sala de aula.
4. **Acompanhamento de desempenho dos alunos:** durante a aplicação dos jogos com os alunos, os professores terão à sua disposição um *Dashboard* para que seja possível realizar o acompanhamento de seus alunos. Neste painel encontram-se as representações gráficas utilizadas para representar os indicadores de participação definidos na primeira etapa deste projeto.
5. **Avaliação da solução proposta:** ao final do período de aplicação dos jogos com os alunos, os professores deverão responder a um questionário de pesquisa, disponível online em uma plataforma do *LimeSurvey*. Este questionário servirá para avaliar o conjunto de indicadores de participação, o conjunto de representações visuais utilizadas e o *Dashboard* de acompanhamento, com base na opinião de cada professor participante.

Com o roteiro de execução elaborado e definido, o próximo passo realizado foi sua validação, por meio da execução do Teste Piloto descrito a seguir.

5.6.2 Teste piloto

O teste piloto contou com a participação de 1 professor, tendo este bastante experiência, lecionando há mais de 20 anos no ensino fundamental em diversas disciplinas, como: Português, Matemática, Geografia, História e Ciências.

O teste foi executado durante a última quinzena do mês de Junho de 2019 para uma turma de 23 alunos. Para a realização do teste piloto, o professor teve que seguir o roteiro de execução elaborado na etapa de planejamento.

Todas as tarefas descritas no roteiro de execução foram conduzidas sem grandes problemas, o que nos permitiu validar o roteiro de execução sem a necessidade de alterações para a etapa de avaliação seguinte. Enquanto que o tempo gasto para realização das primeiras etapas depende exclusivamente da disponibilidade do professor em customizar e aplicar os jogos para os seus alunos, o tempo gasto para responder o formulário *online* é mais rápido. De acordo com os registros de tempo do formulário, o professor levou aproximadamente 50 minutos para responder completamente o formulário.

Com base nas respostas dadas pelo professor no formulário *online*, presente no roteiro de execução, foi possível verificar pontos no *Dashboard* de acompanhamento nos quais houveram

algumas dificuldades de compreensão.

Segundo relatos do professor, o *Dashboard* de acompanhamento apresentava algumas informações inconsistentes em relação às suas observações em sala de aula, durante a aplicação dos jogos com seus alunos. Para o professor, o número de tentativas realizadas pelos alunos estavam erradas, sendo que em alguns casos os gráficos apresentavam valores negativos.

Com base nos comentários do professor e em novos testes realizados em laboratório, foi possível identificar e corrigir os problemas relatados e prosseguir para o processo de avaliação da solução proposta, descrito na Subseção seguinte.

5.6.3 Avaliação da solução em situação real de uso

Com o intuito de alcançar os objetivos pretendidos para este projeto, 4 professores participantes do projeto REMAR Batatais foram convidados a participar da etapa de avaliação da solução proposta. Desta forma, foi possível alcançar 6 turmas de alunos, porém todas do 3º ano do Ensino Fundamental I. Infelizmente, não houve professores com disponibilidade nos ensinos médio, técnico e superior.

Todos os 4 professores tiveram que seguir o mesmo roteiro de execução apresentado no planejamento, uma vez que este se mostrou suficiente para alcançarmos nossos objetivos.

De acordo com as tarefas do roteiro de execução, o primeiro passo foi a realização do cadastro de todos os professores e seus respectivos alunos na Plataforma REMAR, pois a plataforma grava apenas os registros de *log* dos usuários cadastrados. Uma vez cadastrados na plataforma, cada professor teve que customizar os jogos de seu interesse e então compartilhá-los com seus alunos.

Os professores aplicaram os jogos com seus alunos ao mesmo tempo que fizeram o acompanhamento de todas as interações por meio do *Dashboard* disponível. Este processo teve uma duração de aproximadamente 2 semanas, variando de acordo com a disponibilidade de cada professor. Foi um processo extremamente importante, pois foi a partir deste momento que os professores tiveram a oportunidade de conhecer e interagir com o *Dashboard*.

Após o processo de acompanhamento de interação por meio do *Dashboard* os professores foram convidados a responder um questionário *online* dividido em 4 partes:

1. Identificação do participante
2. Validação do conjunto final de indicadores de participação

3. Validação do conjunto de representações visuais utilizadas para representar cada indicador (de toda a turma e de cada aluno específico)
4. Validação da estrutura visual, disposição dos gráficos e usabilidade do *Dashboard* de acompanhamento

Todos os professores participantes dessa avaliação são experientes, lecionam há mais de 6 anos e fazem uso de jogos educacionais como alternativa de ensino em diversas disciplinas, mas a principal delas é a Matemática.

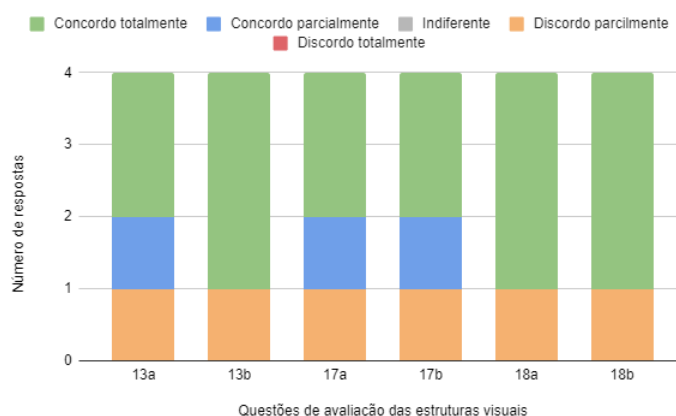
Para a validação do conjunto final de indicadores de participação, foram apresentados os indicadores levantados na Seção 5.2. Solicitamos aos professores que respondessem, através de uma escala *Likert* de 5 níveis, na qual 1 significa “Discordo totalmente” e 5 significa “Concordo totalmente”, se o conjunto de indicadores apresentados era suficiente para acompanhamento das interações de seus alunos nos jogos. Todos eles responderam de modo positivo, sendo que os 4 concordam totalmente. Também pedimos que indicassem, de acordo com suas opiniões, se algum indicador deveria ser retirado ou acrescentado ao conjunto apresentado e todos responderam que não, para ambas as questões.

Na validação do conjunto de representações visuais utilizadas, primeiramente apresentamos cada um dos gráficos utilizados para apresentar os indicadores de participação referentes a toda a turma. Desta forma, pedimos aos professores que respondessem duas questões, também avaliadas por meio de uma escala *Likert* de 5 níveis, feitas igualmente para cada um dos gráficos e seus respectivos indicadores: (a) se eles conseguiram entender claramente (sem ambiguidade) o que estava sendo representado no gráfico; e (b) se o gráfico representava de maneira efetiva¹⁰ o indicador pretendido.

De modo geral, todos os 4 professores concordam parcialmente ou totalmente em todas as questões, havendo diferenças de respostas em 3 representações visuais, sendo essas responsáveis por apresentar os indicadores de “tempo de conclusão do nível” (questões 13a e 13b), “frequência de escolhas por desafio” (questões 17a e 17b) e “progresso dos alunos por nível” (questões 18a e 18b), como mostra a Figura 5.10.

¹⁰Entende-se por efetivo aquilo que realmente cumpriu seu objetivo e foi capaz de produzir um efeito real.

Figura 5.10: Respostas dadas pelos professores para representações visuais de toda a turma onde ocorreram avaliações discordantes

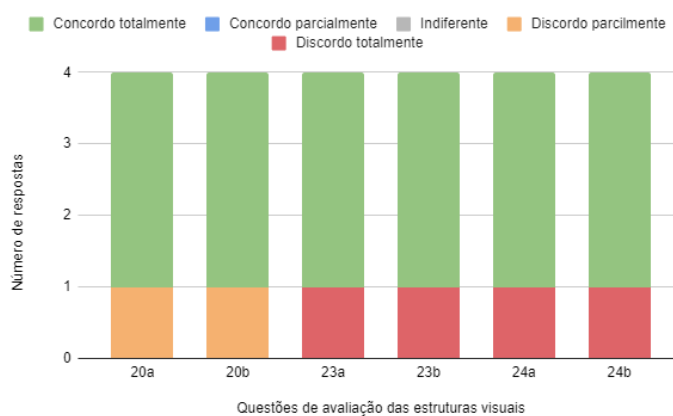


Fonte: Elaborado pelo autor

De maneira semelhante, apresentamos também cada um dos gráficos utilizados para apresentar os indicadores de participação referentes a cada aluno específico. Novamente os professores deveriam responder as mesmas duas questões apresentadas anteriormente, para cada um dos gráficos e seus respectivos indicadores.

Para o conjunto de indicadores de participação de cada aluno, tivemos também um consenso entre os 4 professores para quase todas as questões, havendo discordância de respostas em 3 representações visuais, sendo elas responsáveis por apresentar os indicadores de “número de tentativas por nível” (questões 20a e 20b), “taxa de erro por desafio” (questões 23a e 23b) e “tempo de conclusão por desafio” (questões 24a e 24b), como mostra a Figura 5.11.

Figura 5.11: Respostas dadas pelos professores para representações visuais de cada aluno onde ocorreram avaliações discordantes



Fonte: Elaborado pelo autor

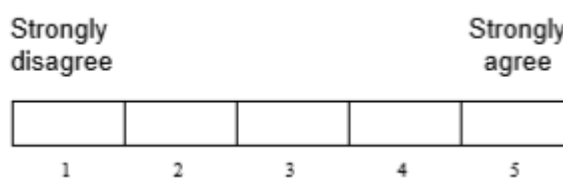
Seguindo com o processo de avaliação, pedimos aos professores que validassem o *Dashbo-*

ard disponível, como um todo. Perguntamos se o *Dashboard* apresentado estava bem estruturado, havendo uma boa distribuição dos gráficos mostrados. Dentre os professores participantes, 3 concordam totalmente e 1 discorda totalmente.

Por fim, pedimos aos professores que validassem a usabilidade do *Dashboard* apresentado. Neste caso, foi utilizado o modelo SUS (*System Usability Scale*) proposto por Brooke (1986) e traduzido para o Português por Martins et al. (2015).

O SUS é um questionário composto de 10 questões, com 5 opções de resposta em escala *Likert*, variando de 1 a 5, onde 1 significa “Discordo totalmente” e 5 significa “Concordo totalmente”, como mostra a Figura 5.12.

Figura 5.12: Escala de respostas para o questionário SUS



Fonte: (BROOKE, 1986)

O SUS resulta em uma pontuação única, que é utilizada para medir a usabilidade geral do sistema, não havendo uma relevância significativa pelas pontuações obtidas em cada item separadamente. O cálculo de pontuação é descrito por Brooke (1986, p.6) da seguinte maneira:

“Para calcular a pontuação do SUS, primeiro some as contribuições da pontuação de cada item. A contribuição da pontuação de cada item varia de 0 a 4. Para os itens 1, 3, 5, 7 e 9 a contribuição da pontuação é a posição (valor) da escala menos 1. Para os itens 2, 4, 6, 8 e 10, a contribuição é de 5 menos a posição (valor) da escala. Multiplique a soma das pontuações por 2.5 para obter o valor global da SU”.

Segundo Sauro (2011), pode-se dizer que qualquer pontuação do SUS acima de 68 pontos está acima da média. Com base na pontuação alcançada por cada professor (35, 60, 82.5 e 97.5 pontos), foi possível obter uma média de 68.75 e uma mediana de 71.25 pontos no final, em uma escala de 0 a 100. Isso nos permite dizer que nosso *Dashboard*, apesar de ter havido uma nota baixa por um dos participantes, pode ser considerado de fácil utilização e com baixo nível de inconsistência.

Entretanto, após as análises provindas do formulário *online*, sentimos uma certa limitação em tentar compreender, de fato, onde os professores haviam encontrado problemas em suas avaliações. Embora houvesse sempre a opção para que os professores deixassem comentários

com suas opiniões e sugestões, eles não o fizeram, uma vez que não dispunham de tempo hábil disponível.

Desta forma, convidamos novamente os professores participantes para a realização de um grupo de foco, que foi realizado em nosso laboratório, o LOA, onde pudéssemos debater e esclarecer possíveis dúvidas ou dificuldades encontradas por eles em relação à solução proposta, principalmente sobre as representações visuais e *Dashboard*.

O grupo de foco aconteceu no dia 5 de Agosto de 2019, em que pudemos contar com a participação dos 4 professores participantes do processo de avaliação e com o professor participante do teste piloto. Além disso, contamos com a presença de 2 novos professores que não participaram de nenhuma etapa, mas contribuíram com os levantamentos feitos no grupo de foco.

Após uma rápida apresentação das etapas e objetivos da solução proposta, foi possível perceber, com base nos comentários dos professores, os principais pontos que necessitavam de melhorias. Os professores puderam informar, com maior objetividade, quais representações visuais e suas características realmente geravam dúvidas e como este problema poderia ser sanado.

As principais sugestões de melhoria dadas pelos professores foram: (a) alteração nos títulos dos gráficos para que os mesmos ficassem ainda mais próximos do real objetivo de apresentação; (b) inclusão de legenda para todos os eixos dos gráficos quando estes permitissem; (c) uso de cores diferentes que pudessem ajudar a identificar mais facilmente as respostas corretas e incorretas.

Percebemos também que, além de extenso, com muitas perguntas a serem respondidas, o processo de avaliação demandou um tempo considerável dos professores participantes. Esse foi o motivo pelo qual os professores ignoraram as questões abertas (onde deveriam deixar suas opiniões e sugestões) e responderam apenas as questões de múltipla escolha.

Buscando evitar o desconforto causado e minimizar o tempo despendido pelos professores em um processo de avaliação futuro, algumas alterações foram feitas. As questões abertas que antes deveriam ser respondidas logo após cada uma das perguntas de múltipla escolha foram adaptadas e fixadas ao final da avaliação de cada conjunto da solução. Também optamos por deixar apenas a questão **“O gráfico apresentado representa de maneira efetiva o indicador pretendido?”**, para avaliação de cada representação visual. Esta nova questão é a combinação das questões **“(a) Consigo entender claramente o que está sendo apresentado no gráfico?”** e **“(b) O gráfico apresentado representa efetivamente o indicador pretendido?”**, uma vez

que a clareza das representações são essenciais para a sua efetividade. Este novo formulário está sendo enviado para novos colaboradores para análises futuras.

5.7 Considerações do capítulo

Os resultados obtidos durante a realização das etapas apresentadas anteriormente levam a indícios positivos de que as tentativas de se criar uma solução para atender as necessidades dos professores de acompanhamento e avaliação dos seus alunos foram bem sucedida.

Em relação aos trabalhos de Alonso-Fernandez et al. (2017) e Horn et al. (2016), apresentados no Capítulo 3, e que possuem maior relação com nossa solução de proposta, podemos apontar algumas diferenças:

- Desenvolvemos uma solução genérica, podendo ser aplicada a diferentes tipos de jogos educacionais, com diferentes módulos de jogo, como: *puzzle*, *quizzes* e perguntas e respostas.
- Os indicadores de participação apresentados em nossa solução correspondem às necessidades reais dos professores no processo de análise e acompanhamento de interações dos seus alunos nos jogos.
- A solução passou por um processo de avaliação pelos professores participantes, e seus resultados (Subseção 5.6.3) foram baseados em uma situação real de uso da solução por eles, durante o período de aulas com seus alunos.

Refinamentos já foram feitos levando em consideração as dificuldades apontadas na avaliação inicial. Novas avaliações serão conduzidas, mas consideramos que os resultados iniciais já apontam que a solução proposta é, de fato, útil para auxiliar os professores que utilizam jogos educacionais como uma alternativa e ensino em suas aulas. É uma solução inicial, podendo ser adaptada e aprimorada para diferentes usuários finais, como alunos e desenvolvedores de jogos educacionais.

Capítulo 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Quando se trata do uso de jogos na educação, analisar o processo de aprendizagem dos alunos por meio dos dados coletados pode ser uma tarefa bastante complicada. Apenas alguns minutos jogando já são suficientes para gerar uma quantidade muito grande de dados coletados e armazenados. Além disso, existe ainda a necessidade de se saber quais dados deverão ser coletados, bem como, quais informações realmente relevantes esses dados podem proporcionar. Essas são dificuldades recorrentes para professores e desenvolvedores de jogos educacionais.

Diversas pesquisas na área de Visualização da Informação aplicadas a jogos foram desenvolvidas buscando contribuir no processo de análise de dados (BARHAM; PRESTON; WERNER, 2012; MOLNAR; KOSTKOVA, 2013; CHAUDY; CONNOLLY; HAINEY, 2014; EAGLE et al., 2015; HORN et al., 2016; PEREZ-COLADO et al., 2017). No entanto, estas pesquisas, em sua maioria, tendem a ser contribuições focadas em atender situações de análise específicas, fazendo com que soluções mais genéricas e que possam ser aplicadas a diferentes tipos de jogos se tornem necessárias.

Buscando então uma solução mais ampla e genérica, este estudo fez uso de conhecimentos da área de Visualização da Informação, *Learning Analytics* e *Game Learning Analytics* com a intenção de prover uma solução que possa ser aplicada a diferentes tipos de jogos educacionais, além de proporcionar aos professores um processo de análise mais efetivo dos dados de interações dos seus alunos.

A junção das áreas de InfoVis, LA e GLA, nos permitiu desenvolver uma solução capaz de facilitar a análise de dados em jogos educacionais, por meio de um *Dashboard*, trazendo informações relevantes para os professores e que podem apoiá-los na avaliação e acompanhamento no progresso de aprendizagem de seus alunos. Esta solução foi concebida em três partes principais: a definição de indicadores relevantes para os professores; a definição de dados a

serem coletados com base nos indicadores a serem alcançados; e a geração de estruturas visuais apresentadas em um *Dashboard*.

O desenvolvimento desta solução não se prendeu a nenhum tipo de conceito de desenvolvimento específico, ou seja, não nos preocupamos em definir classes, usar qualquer linguagem de programação, *framework* ou ferramenta específica, com exceção do *framework* utilizado para gerar as representações visuais; este foi apenas uma sugestão, podendo ser substituído por qualquer outro existente. Isso nos permitiu alcançar um grau de generalidade não apresentado em trabalhos anteriores a este, permitindo que esta solução possa ser aplicada, de maneira relativamente simples, a diferentes tipos de jogos educacionais, sem a necessidade de o desenvolvedor de jogos precisar aprender nenhuma habilidade ou se adaptar a nenhum outro novo meio de desenvolvimento para alcançar a solução proposta.

O processo de validação feito com os professores mostrou que a solução proposta é útil para auxiliar os professores que fazem uso de jogos educacionais no processo de acompanhamento e avaliação de seus alunos. Todos os professores responderam de maneira positiva à sua experiência de uso da solução. Além disso, todos os professores se mostraram interessados em ter a solução disponível na Plataforma REMAR e utilizá-la mais vezes.

Desta forma, retomando nossa questão de pesquisa, na qual buscamos responder se **“É possível propor um modelo de coleta de dados e geração de representações visuais de interações de aprendizagem que sejam relevantes e efetivas para o acompanhamento de participações em diferentes tipos de jogos educacionais?”**, podemos dizer que há indícios positivos que nos levam a acreditar que sim, pois conseguimos mostrar isso por meio da solução proposta apresentada neste estudo e seus resultados alcançados.

Nas próximas seções, estão as principais contribuições deste trabalho, bem como, trabalhos futuros pretendidos.

6.1 Contribuições

Este estudo apresenta contribuições para as áreas de *Game Learning Analytics* e Visualização da Informação.

Para a área de GLA, a solução proposta possibilita atender as necessidades dos professores de análise e acompanhamento do progresso de aprendizagem de seus alunos no uso de jogos em suas aulas. Os resultados alcançados serão publicados nos Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE (CARDOSO et al., 2019). Com isso, apresentamos um

conjunto de indicadores considerados relevantes pelos professores participantes, um conjunto de dados a ser coletados para alcançar os indicadores, bem como um conjunto de representações visuais dispostos em um *Dashboard* de acompanhamento. Estes conjuntos fazem com que o acompanhamento e análise das interações dos alunos em jogos educacionais possa ser feito de maneira mais produtiva e objetiva, pelos professores.

Além disso, os resultados do Mapeamento Sistemático, apresentados no Capítulo 3, foram publicados nos Anais do Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital - SBGames (CARDOSO; OTSUKA, 2018), trazendo uma contribuição para a literatura em Visualização da Informação aplicada a jogos.

Por fim, este estudo apresenta uma solução que pode ser aplicada em diferentes tipos de jogos educacionais, sem maiores dificuldades pelos desenvolvedores de jogos.

6.2 Limitações

Durante o processo de desenvolvimento das etapas deste estudo, nos deparamos com duas grandes limitações:

1. **Disponibilidade de tempo dos professores.** Muitos professores se mostraram interessados em participar das etapas de desenvolvimento do nosso estudo, porém a falta de disponibilidade de tempo fez com que muitos não pudessem participar do processo de avaliação inicial.
2. **Baixo número de professores participantes.** Devido a falta de disponibilidade dos professores, tivemos um número pequeno de participantes em nossa avaliação inicial. Isso também impediu que alcançássemos outros níveis de ensino, além do ensino fundamental.
3. **Recursos dos *frameworks* encontrados.** Embora os *frameworks* de visualizações encontrados possuam um grande número de gráficos disponíveis, seus recursos de interações são limitados, não permitindo a geração de novas visões para o usuário.

6.3 Trabalhos futuros

Este estudo nos abre uma possibilidade variada de trabalhos futuros. Dentre eles, podemos destacar os seguintes pontos:

- **Avaliação da solução proposta por um número mais elevado de professores em diferentes níveis de ensino.** Ao permitirmos a avaliação da solução para um conjunto maior de professores, podemos obter novas sugestões, reconhecer dificuldades até então não encontradas e que possam ser melhoradas e até mesmo novas funções que possam ser implementadas.
- **Aplicação em novos jogos.** Esta solução foi aplicada e testada em três jogos da Plataforma REMAR, cada um com características diferentes. Porém, esta mesma plataforma ainda possui um grande número de jogos que permitirão a realização de novos testes para consolidar ainda mais a generalidade desta solução ou até mesmo apontar novas necessidades de aperfeiçoamento da solução proposta.
- **Estender a solução para novos públicos-alvo.** A solução proposta neste estudo atende apenas o público de professores, o que nos remete à necessidade de estender esta solução para atender também os alunos e desenvolvedores de jogos educacionais, uma vez que ambos possuem necessidades de análise diferentes.
- **Estudar novos *frameworks* de visualizações e representações visuais.** Embora o *framework* de visualizações utilizado atenda de maneira satisfatória nossa solução, ele não é um requisito para que ela funcione. Como já mencionado, esta solução não se restringe a um *framework* específico, o que nos permite estudar novas alternativas que possam possibilitar o uso de novas representações visuais, bem como formas diferentes de interações com essas representações visuais, com o objetivo de melhorar a efetividade e usabilidade do *Dashboard*.

REFERÊNCIAS

- AHMED, N. U. Disguise: a game that evaluates visualization algorithms. In: ACM. *CHI'14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.], 2014. p. 269–272.
- ALONSO-FERNANDEZ, C.; CALVO, A.; FREIRE, M.; MARTINEZ-ORTIZ, I.; FERNANDEZ-MANJON, B. Systematizing game learning analytics for serious games. In: IEEE. *Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2017 IEEE*. [S.l.], 2017. p. 1111–1118.
- BALDEÓN, J.; RODRÍGUEZ, I.; PUIG, A.; GÓMEZ, D.; GRAU, S. From learning to game mechanics: The design and the analysis of a serious game for computer literacy. In: IEEE. *Information Systems and Technologies (CISTI), 2016 11th Iberian Conference on*. [S.l.], 2016. p. 1–6.
- BARHAM, W.; PRESTON, J.; WERNER, J. Using a virtual gaming environment in strength of materials laboratory. In: *Computing in Civil Engineering (2012)*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 105–112.
- BARROS, V. P.; NOTARGIACOMO, P. Big data analytics in cloud gaming: Players' patterns recognition using artificial neural networks. In: IEEE. *Big Data (Big Data), 2016 IEEE International Conference on*. [S.l.], 2016. p. 1680–1689.
- BEDERSON, B. B.; GROSJEAN, J.; MEYER, J. Toolkit design for interactive structured graphics. *IEEE Transactions on software engineering*, IEEE, v. 30, n. 8, p. 535–546, 2004.
- BERGLUND, A.; BERGLUND, E.; SILIBERTO, F.; PRYTZ, E. Effects of reactive and strategic game mechanics in motion-based games. In: IEEE. *Serious Games and Applications for Health (SeGAH), 2017 IEEE 5th International Conference on*. [S.l.], 2017. p. 1–8.
- BOSTOCK, M.; OGIEVETSKY, V.; HEER, J. D³ data-driven documents. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, IEEE, v. 17, n. 12, p. 2301–2309, 2011.
- BRASIL, P. G. *Sobre a PGB 2018*. 2018. <https://www.pesquisagamebrasil.com.br/>.
- BROOKE, J. System usability scale (sus): a quick-and-dirty method of system evaluation user information. *Reading, UK: Digital Equipment Co Ltd*, v. 43, 1986.
- BRYANT, N.; WILDFIRE, J. Webcharts—a web-based charting library for custom interactive data visualization. *Journal of Open Research Software*, Ubiquity Press, v. 4, n. 1, 2016.
- CARD, S. K.; MACKINLAY, J. D.; SHNEIDERMAN, B. *Readings in information visualization: using vision to think*. [S.l.]: Morgan Kaufmann, 1999.

- CARDOSO, F. C.; OTSUKA, J. L. Visualização da informação na análise de dados coletados a partir de jogos: um mapeamento sistemático. In: SBGAMES. *Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*. [S.l.], 2018.
- CARDOSO, F. C.; OTSUKA, J. L.; TOSTA, M. S.; BEDER, D. M. Estudo sobre dados relevantes para o acompanhamento de participações em jogos educacionais. In: SBIE. *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. [S.l.], 2019.
- CARRIGAN, E.; KOKKINARA, E.; GHEORGHE, F.; HOULIER, M.; DONIKIAN, S.; MCDONNELL, R. Crowd appearance affects player performance in game combat scenarios. In: ACM. *Proceedings of the 9th International Conference on Motion in Games*. [S.l.], 2016. p. 187–192.
- CARVALHO, E. S.; MARCOS, A. F. *Visualização de informação*. [S.l.], 2009.
- CHATTI, M. A.; DYCKHOFF, A. L.; SCHROEDER, U.; THÜS, H. A reference model for learning analytics. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, Inderscience Publishers Ltd., PO Box 735 Olney Bucks MK 46 5 WB United Kingdom, v. 4, n. 5-6, p. 318–331, 2013.
- CHAUDY, Y.; CONNOLLY, T.; HAINEY, T. An assessment engine: Educators as editors of their serious games' assessment. In: ACADEMIC CONFERENCES AND PUBLISHING INTERNATIONAL. *ECGBL2014-8th European Conference on Games Based Learning: ECGBL2014*. [S.l.], 2014. p. 58.
- CHUNG, C.; KADAN, A.; YANG, Y.; MATSUOKA, A.; RUBIN, J.; CHECHIK, M. The impact of visual load on performance in a human-computation game. In: ACM. *Proceedings of the 12th International Conference on the Foundations of Digital Games*. [S.l.], 2017. p. 51.
- CLOW, D. The learning analytics cycle: closing the loop effectively. 2012.
- EAGLE, M.; ROWE, E.; HICKS, D.; BROWN, R.; BARNES, T.; ASBELL-CLARKE, J.; EDWARDS, T. Measuring implicit science learning with networks of player-game interactions. In: ACM. *Proceedings of the 2015 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*. [S.l.], 2015. p. 499–504.
- ESKILDSEN, S.; RODIL, K.; REHM, M. Visualizing learner activities with a virtual learning environment: Experiences from an in situ test with primary school children. In: IEEE. *Advanced Learning Technologies (ICALT), 2012 IEEE 12th International Conference on*. [S.l.], 2012. p. 660–661.
- FALKEMBACH, G. A. M. O lúdico e os jogos educacionais. *CINTED-Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, UFRGS. Disponível em*, 2006.
- FEITOSA, V. R.; MAIA, J. G.; MOREIRA, L. O.; GOMES, G. A. Gamevis: Game data visualization for the web. In: IEEE. *Computer Games and Digital Entertainment (SBGames), 2015 14th Brazilian Symposium on*. [S.l.], 2015. p. 70–79.
- FEKETE, J.-D. The infovis toolkit. In: IEEE. *IEEE Symposium on Information Visualization*. [S.l.], 2004. p. 167–174.
- FEW, S. Dashboard confusion (2004). *Dostupné z: http://www.perceptualedge.com/articles/ie/dashboard_confusion.pdf [citováno 9. listopadu 2012]*, 2004.

- FEW, S. Data visualization for human perception. *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction, 2nd Ed.*, The Interaction Design Foundation, 2013.
- FREIRE, M.; SERRANO-LAGUNA, Á.; IGLESIAS, B. M.; MARTÍNEZ-ORTIZ, I.; MORENO-GER, P.; FERNÁNDEZ-MANJÓN, B. Game learning analytics: learning analytics for serious games. In: *Learning, design, and technology*. [S.l.]: Springer, 2016. p. 1–29.
- G1. *Número de desenvolvedores de games cresce 600% em 8 anos*. 2017. <https://g1.globo.com/economia/negocios/noticia/numero-de-desenvolvedores-de-games-cresce-600-em-8-anos-diz-associacao.ghtml>.
- GANTZ, J.; REINSEL, D. The digital universe in 2020: Big data, bigger digital shadows, and biggest growth in the far east. *IDC iView: IDC Analyze the future*, v. 2007, n. 2012, p. 1–16, 2012.
- GERSHON, N.; EICK, S. G. Information visualization. *IEEE Computer Graphics and Applications*, IEEE, n. 4, p. 29–31, 1997.
- GIL, A. C. Como classificar as pesquisas. *Como elaborar projetos de pesquisa*, Atlas São Paulo, v. 4, p. 44–45, 2002.
- GROUP, N. *New Report from The NPD Group Provides In-Depth View of Brazil's Gaming Population*. 2015. <https://www.npd.com/wps/portal/npd/us/news/press-releases/2015/new-report-from-the-npd-group-provides-in-depth-view-of-brazils-gaming-population/>.
- GRUND, C.; SCHELKLE, M. Developing a serious game for business information visualization. 2016.
- HAGOOD, D.; CHING, C. C.; SCHAEFER, S. Integrating physical activity data in videogames with user-centered dashboards. In: *ACM. Proceedings of the Sixth International Conference on Learning Analytics & Knowledge*. [S.l.], 2016. p. 530–531.
- HEER, J.; CARD, S. K.; LANDAY, J. A. Prefuse: a toolkit for interactive information visualization. In: *ACM. Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. [S.l.], 2005. p. 421–430.
- HERDAL, T.; PEDERSEN, J. G.; KNUDSEN, S. Designing information visualizations for elite soccer children's different levels of comprehension. In: *ACM. Proceedings of the 9th Nordic Conference on Human-Computer Interaction*. [S.l.], 2016. p. 13.
- HORN, B.; HOOVER, A. K.; BARNES, J.; FOLAJIMI, Y.; SMITH, G.; HARTEVELD, C. Opening the black box of play: Strategy analysis of an educational game. In: *ACM. Proceedings of the 2016 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*. [S.l.], 2016. p. 142–153.
- JONES, J. R.; BALCI, O.; NORTON, A. A cloud software system for visualization of game-based learning data collected on mobile devices. In: *IEEE. Winter Simulation Conference (WSC), 2015*. [S.l.], 2015. p. 1080–1090.
- KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. *Keele University, UK*, v. 9, 2007.
- KOSTER, R. Theory of fun for game design. *Paraglyph, Scottsdale, AZ*, 2004.

- KRIGLSTEIN, S.; WALLNER, G.; POHL, M. A user study of different gameplay visualizations. In: ACM. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.], 2014. p. 361–370.
- LAGE, M.; ONO, J. P.; CERVONE, D.; CHIANG, J.; DIETRICH, C.; SILVA, C. T. Statcast dashboard: Exploration of spatiotemporal baseball data. *IEEE computer graphics and applications*, IEEE, v. 36, n. 5, p. 28–37, 2016.
- LIU, M.; KANG, J.; LEE, J.; WINZELER, E.; LIU, S. Examining through visualization what tools learners access as they play a serious game for middle school science. In: *Serious Games Analytics*. [S.l.]: Springer, 2015. p. 181–208.
- LIU, S.; CUI, W.; WU, Y.; LIU, M. A survey on information visualization: recent advances and challenges. *The Visual Computer*, Springer, v. 30, n. 12, p. 1373–1393, 2014.
- LIU, S.; ZHOU, M. X.; PAN, S.; QIAN, W.; CAI, W.; LIAN, X. Interactive, topic-based visual text summarization and analysis. In: ACM. *Proceedings of the 18th ACM conference on Information and knowledge management*. [S.l.], 2009. p. 543–552.
- LOH, C. S.; SHENG, Y.; IFENTHALER, D. Serious games analytics: Theoretical framework. In: *Serious games analytics*. [S.l.]: Springer, 2015. p. 3–29.
- LONG, P.; SIEMENS, G. Penetrating the fog: analytics in learning and education. *Italian Journal of Educational Technology*, Edizioni Menabò-Menabò srl, v. 22, n. 3, p. 132–137, 2014.
- MACKINLAY, J. Automating the design of graphical presentations of relational information. *Acm Transactions On Graphics (Tog)*, ACM, v. 5, n. 2, p. 110–141, 1986.
- MARTINS, A. I.; ROSA, A. F.; QUEIRÓS, A.; SILVA, A.; ROCHA, N. P. European portuguese validation of the system usability scale (sus). *Procedia Computer Science*, Elsevier, v. 67, p. 293–300, 2015.
- MINOVIĆ, M.; MILOVANOVIĆ, M. Real-time learning analytics in educational games. In: ACM. *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality*. [S.l.], 2013. p. 245–251.
- MOLNAR, A.; KOSTKOVA, P. On effective integration of educational content in serious games: Text vs. game mechanics. In: IEEE. *Advanced Learning Technologies (ICALT), 2013 IEEE 13th International Conference on*. [S.l.], 2013. p. 299–303.
- MUNZNER, T.; GUIMBRETIERE, F.; TASIRAN, S.; ZHANG, L.; ZHOU, Y. Treejuxtaposer: scalable tree comparison using focus+ context with guaranteed visibility. In: ACM. *ACM Transactions on Graphics (TOG)*. [S.l.], 2003. v. 22, n. 3, p. 453–462.
- PALIYAWAN, P.; THAWONMAS, R. Towards ergonomie exergaming. In: IEEE. *Consumer Electronics, 2016 IEEE 5th Global Conference on*. [S.l.], 2016. p. 1–2.
- PEREZ-COLADO, I. J.; PEREZ-COLADO, V. M.; FREIRE-MORAN, M.; MARTINEZ-ORTIZ, I.; FERNANDEZ-MANJON, B. Integrating learning analytics into a game authoring tool. In: SPRINGER. *International Conference on Web-Based Learning*. [S.l.], 2017. p. 51–61.

- PILEGGI, H.; STOLPER, C. D.; BOYLE, J. M.; STASKO, J. T. Snapshot: Visualization to propel ice hockey analytics. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, IEEE, v. 18, n. 12, p. 2819–2828, 2012.
- POSTOLACHE, O.; LOURENÇO, F.; PEREIRA, J. D.; GIRÃO, P. Serious game for physical rehabilitation: Measuring the effectiveness of virtual and real training environments. In: IEEE. *Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC), 2017 IEEE International*. [S.l.], 2017. p. 1–6.
- RAHMAN, M.; WADHWA, B.; KANKANHALLI, A.; HUA, Y. C.; KEI, C. K.; HOON, L. J.; JAYAKKUMAR, S.; LIN, C. C. Gear analytics: A clinician dashboard for a mobile game assisted rehabilitation system. In: IEEE. *User Science and Engineering (i-USEr), 2016 4th International Conference on*. [S.l.], 2016. p. 193–198.
- RIBECCA, S. *The Data Visualization Catalogue*. 2017. (<https://datavizcatalogue.com/index.html>).
- ROTH, S. F.; MATTIS, J. Data characterization for intelligent graphics presentation. In: ACM. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.], 1990. p. 193–200.
- SAURO, J. *A practical guide to the system usability scale: Background, benchmarks & best practices*. [S.l.]: Measuring Usability LLC, 2011.
- SAVI, R.; ULBRICHT, V. R. Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios. *RENOTE*, v. 6, n. 1, 2008.
- SERRANO-LAGUNA, Á.; MARTÍNEZ-ORTIZ, I.; HAAG, J.; REGAN, D.; JOHNSON, A.; FERNÁNDEZ-MANJÓN, B. Applying standards to systematize learning analytics in serious games. *Computer Standards & Interfaces*, Elsevier, v. 50, p. 116–123, 2017.
- SONG, Y.; LEE, S.; CHOE, Y.; KIM, S.-A. Collaborative design process for encouraging sustainable building design: A game theory-based approach. In: SPRINGER. *International Conference on Cooperative Design, Visualization and Engineering*. [S.l.], 2013. p. 19–26.
- STOLTE, C.; TANG, D.; HANRAHAN, P. Polaris: A system for query, analysis, and visualization of multidimensional databases. *Commun. ACM*, ACM, New York, NY, USA, v. 51, n. 11, p. 75–84, nov. 2008. ISSN 0001-0782. Disponível em: (<http://doi.acm.org/10.1145/1400214.1400234>).
- TOMINSKI, C.; FORSELL, C.; JOHANSSON, J. Interaction support for visual comparison inspired by natural behavior. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, IEEE, v. 18, n. 12, p. 2719–2728, 2012.
- TU, Y.; SHEN, H.-W. Balloon focus: a seamless multi-focus+ context method for treemaps. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, IEEE, v. 14, n. 6, 2008.
- VYGOTSKY, L. S. O papel do brinquedo no desenvolvimento. *A formação social da mente*, São Paulo: Martins Fontes, v. 4, p. 105–118, 1989.
- WALLNER, G.; KRIGLSTEIN, S. A spatiotemporal visualization approach for the analysis of gameplay data. In: ACM. *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems*. [S.l.], 2012. p. 1115–1124.

WALLNER, G.; KRIGLSTEIN, S. Plato: A visual analytics system for gameplay data. *Computers & Graphics*, Elsevier, v. 38, p. 341–356, 2013.

WALLNER, G.; KRIGLSTEIN, S. Comparative visualization of player behavior for serious game analytics. In: *Serious Games Analytics*. [S.l.]: Springer, 2015. p. 159–179.

WALLNER, G.; KRIGLSTEIN, S. Visualizations for retrospective analysis of battles in team-based combat games: A user study. In: ACM. *Proceedings of the 2016 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*. [S.l.], 2016. p. 22–32.

WAZLAWICK, R. *Metodologia de pesquisa para ciência da computação, 2a edição*. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2014. v. 2.

WU, Y.; WEI, F.; LIU, S.; AU, N.; CUI, W.; ZHOU, H.; QU, H. Opinionseer: interactive visualization of hotel customer feedback. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, IEEE, v. 16, n. 6, p. 1109–1118, 2010.

YI, J. S.; KANG, Y. ah; STASKO, J. Toward a deeper understanding of the role of interaction in information visualization. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, IEEE, v. 13, n. 6, p. 1224–1231, 2007.

Apêndice A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O conhecimento das tecnologias disponíveis, em especial os jogos, é fundamental para o trabalho educacional transformador e de qualidade, bem como estímulo para o desenvolvimento do aluno. Os jogos podem ser definidos como ambientes atraentes e interativos que capturam a atenção do jogador ao oferecer desafios que exigem níveis crescentes de destreza e habilidades.

O uso destes jogos deve ser feito de maneira adequada, pois podem ser um poderoso motivador para o processo de aprendizagem, oferecendo um mecanismo alternativo de ensino. Além de proporcionar diversos benefícios, como: motivação do aluno, facilidade de aprendizado, desenvolvimento de habilidades cognitivas, socialização, coordenação motora, experiência de novas identidades, dentre outros.

De todo modo, mesmo com diversos benefícios, ainda existe um receio por parte de alguns professores no uso de jogos para aprendizagem em suas aulas. Um fator bastante responsável por esse temor é a dificuldade de avaliar o progresso de aprendizagem dos alunos, especialmente em ensino online ou quando tem-se classes com uma quantidade de alunos muito grande. Tentar compreender essa dificuldade e propor métodos para auxiliar os professores e seus alunos na análise de dados gerados a partir de um jogo educacional, é uma tarefa bastante complexa.

Desta forma, o presente estudo tem como objetivo fazer um levantamento junto ao público-alvo (professores), de informações que sejam realmente relevantes para o acompanhamento de interação e avaliação em jogos educacionais. Além disso, busca-se validar um conjunto de técnicas de Visualização da Informação que melhor representem essas informações.

Você está sendo convidado(a) a participar desta pesquisa por ter o perfil do público-alvo

(professores do ensino fundamental, médio ou superior). A sua participação é voluntária e, a qualquer momento, você pode desistir de participar e retirar seu consentimento.

A realização deste estudo prevê o cumprimento de três etapas, sendo elas:

1. Na primeira etapa você será convidado(a) a responder uma entrevista semi-estruturada de 10 questões com tempo estimado de 5 minutos de duração, com a finalidade de identificar seu perfil e grau de conhecimento sobre as tecnologias abordadas. Logo após, você deverá responder um questionário contendo 5 questões e com tempo estimado de 15 a 20 minutos de duração, com a finalidade de identificar, quais indicadores são relevantes para analisar e acompanhar as participações de seus alunos.
2. A segunda etapa consiste na customização e uso de um jogo educacional. Para isso, você deverá criar uma instância de jogo na plataforma REMAR, customizá-lo e então aplicar este jogo com uma turma de alunos. Os dados das interações dos alunos serão coletados e utilizados nas etapas seguintes deste estudo. As identidades dos alunos serão mantidas em sigilo e os dados serão utilizados única e exclusivamente para este estudo.
3. A terceira e última etapa consiste em uma apresentação dos resultados alcançados e validação da solução proposta. Para isso, você será convidado(a) a responder um formulário *on-line* com questões de múltipla escolha, além de uma entrevista semi-estrutura, com o objetivo de conhecer suas opiniões sobre os resultados apresentados, suas dificuldade e sugestões de melhoramento. O tempo estimado para essa última etapa é de 40 a 50 minutos de duração.

A sua participação nessa atividade pode envolver algum desconforto relacionado ao tempo despendido com as entrevistas e respostas aos questionários, sendo que faremos o possível para minimizar possíveis desconfortos, por meio de entrevistas e questionários curtos, distribuídos em diferentes dias, de acordo com as etapas do estudo. Os benefícios relacionados à sua participação estão em contribuir para a construção de um modelo de coleta de dados e geração de representações visuais que possa ser utilizado para auxiliar e melhorar a análise e acompanhamento de desempenho dos alunos em diferentes jogos educacionais.

Os dados coletados poderão ser divulgados em relatórios e documentos, sempre protegendo a sua identificação. Caso prefira, não é necessário que se identifique. Não haverá compensação em dinheiro pela sua participação. Sua recusa ou desistência não lhe trará nenhum prejuízo profissional, seja em sua relação ao pesquisador, à instituição que trabalha ou à Universidade Federal de São Carlos.

Todas as informações obtidas através da pesquisa serão confidenciais, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação em todas as etapas do estudo.

Pesquisador responsável: Frederico Corrêa Cardoso

Telefone: +55 (35) 9 9952-3032

Email: fredericocardoso.crc@gmail.com

Apêndice B

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO

B.1 Avaliação do conjunto de indicadores

*O conjunto de indicadores apresentado abaixo é suficiente para um bom acompanhamento de interação dos seus alunos.

- Número de alunos que concluíram o jogo
- Tempo de conclusão do jogo
- Ranking de Pontuação
- Progresso dos alunos por nível (tentativas/conclusões)
- Número de alunos em cada nível
- Número de tentativas de concluir cada nível
- Tempo de conclusão de cada nível
- Progresso dos alunos por desafio (acertos/erros)
- Número de tentativas de concluir cada desafio
- Tempo de conclusão de cada desafio
- Taxa de erro por desafio
- Frequência de repostas dada por desafio (ex.: alternativas escolhidas em uma questão de múltipla escolha)

Escolha uma das seguintes respostas:

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Indiferente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

*Tem algum indicador que, na sua opinião, deveria ser retirado do conjunto apresentado na primeira questão? Em caso positivo, informe o indicador. Em caso negativo, basta informar NÃO.

*Tem algum indicador que, na sua opinião, deveria ser acrescentado no conjunto apresentado na primeira questão? Em caso positivo, informe o indicador. Em caso negativo, basta informar NÃO.

B.2 Avaliação do conjunto de visualizações de toda turma

	Nome do aluno	Pontuação
- RANKING DE PONTUAÇÃO - NÚMERO DE ALUNOS QUE CONCLUÍRAM O JOGO	1 Frederico Cardozo	280
	2 Gabriel Henrique	240
	3 Maria Vitória	173.333
	4 Eduardo Bernardi	163.333
	5 Gisele Raissa	160
	6 Caroline Thales	156.667
	7 André Hugo	131.111
	8 Ana Julia Resende	126.667
	9 Jacqueline Helena	41.111
	10 Rodrigo Ramos de Sá	35.185

Com base no indicador e gráfico acima, responda a questão a seguir.

★Q9. O gráfico apresentado acima representa de maneira efetiva os indicadores pretendidos.

🔴 Escolha uma das seguintes respostas:

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Indiferente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

	Tempo (min)
- TEMPO DE CONCLUSÃO DO JOGO (menor tempo gasto por cada aluno que concluiu o jogo)	~6
	~8
	~9
	~9
	~9
	~10
	~12
	~14
	~19
	~32

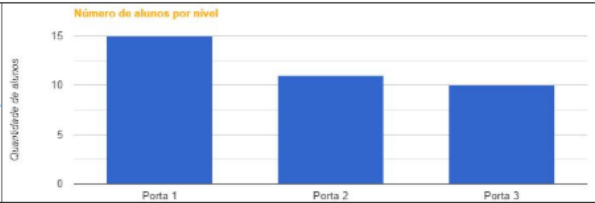
Com base no indicador e gráfico acima, responda a questão a seguir.

★Q10. O gráfico apresentado acima representa de maneira efetiva os indicadores pretendidos.

🔴 Escolha uma das seguintes respostas:

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Indiferente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

NÚMERO DE ALUNOS EM CADA NÍVEL



Nível	Quantidade de alunos
Porta 1	15
Porta 2	11
Porta 3	10

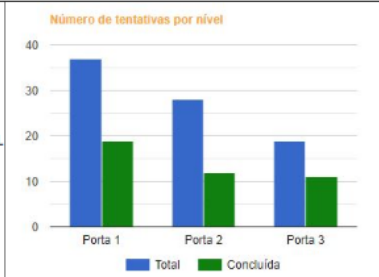
Com base no indicador e gráfico acima, responda a questão a seguir.

*Q11. O gráfico apresentado acima representa de maneira efetiva os indicadores pretendidos.

Escolha uma das seguintes respostas:

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Indiferente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

NÚMERO DE TENTATIVAS DE CONCLUIR CADA NÍVEL



Nível	Total	Concluída
Porta 1	35	18
Porta 2	28	12
Porta 3	19	11

Com base no indicador e gráfico acima, responda a questão a seguir.

*Q12. O gráfico apresentado acima representa de maneira efetiva os indicadores pretendidos.

Escolha uma das seguintes respostas:

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Indiferente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

TEMPO DE CONCLUSÃO DO NÍVEL

Porta	Menor	Média	Maior
Porta 1	~1.5	~2.5	~4.5
Porta 2	~1.8	~3.0	~7.0
Porta 3	~1.8	~2.8	~6.0

Com base no indicador e gráfico acima, responda a questão a seguir.

★Q13. O gráfico apresentado acima representa de maneira efetiva os indicadores pretendidos.

🔴 Escolha uma das seguintes respostas:

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Indiferente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

TAXA DE ERRO POR DESAFIO

Desafio	Número de erros
Desafio 1	5
Desafio 2	4
Desafio 3	5
Desafio 4	11
Desafio 5	9

Com base no indicador e gráfico acima, responda a questão a seguir.

★Q14. O gráfico apresentado acima representa de maneira efetiva os indicadores pretendidos.

🔴 Escolha uma das seguintes respostas:

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Indiferente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

NÚMERO DE TENTATIVAS POR DESAFIO DE UM NÍVEL

Total de tentativas por desafio

Com base no indicador e gráfico acima, responda a questão a seguir.

★Q15. O gráfico apresentado acima representa de maneira efetiva os indicadores pretendidos.

🔴 Escolha uma das seguintes respostas:

Discordo totalmente

Discordo parcialmente

Indiferente

Concordo parcialmente

Concordo totalmente

TEMPO DE CONCLUSÃO POR DESAFIO

Tempo de conclusão por desafio

Com base no indicador e gráfico acima, responda a questão a seguir.

★Q16. O gráfico apresentado acima representa de maneira efetiva os indicadores pretendidos.

🔴 Escolha uma das seguintes respostas:

Discordo totalmente

Discordo parcialmente

Indiferente

Concordo parcialmente

Concordo totalmente

FREQUÊNCIA DE RESPOSTAS DADA POR DESAFIO
(alternativas escolhidas para responder o desafio)

Alternativas escolhidas	Número de respostas
32	25
77	5
34	5
76	8

Com base no indicador e gráfico acima, responda a questão a seguir.

★Q17. O gráfico apresentado acima representa de maneira efetiva os indicadores pretendidos.

🔴 Escolha uma das seguintes respostas:

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Indiferente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

PROGRESSO DOS ALUNOS POR NÍVEL
(tentativas de conclusão no nível por aluno)

Nomes dos alunos	Não concluída	Concluída
1	1	1
2	1	2
3	2	1
4	4	2
5	1	1
6	1	1
7	2	1
8	1	1
9	2	1
10	1	2
11	1	4
12	1	4
13	1	3
14	0	4
15	0	3
16	0	3

Com base no indicador e gráfico acima, responda a questão a seguir.

★Q18. O gráfico apresentado acima representa de maneira efetiva os indicadores pretendidos.

🔴 Escolha uma das seguintes respostas:

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Indiferente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

PROGRESSO DOS ALUNOS POR DESAFIO
(número de tentativas no desafio por aluno)

Número de tentativas no desafio por aluno

Nome do Aluno	Erros	Acertos	Total
1	2	2	4
2	0	1	1
3	0	1	1
4	0	2	2
5	1	2	3
6	1	1	2
7	1	3	4
8	1	1	2
9	0	1	1
10	0	1	1
11	0	3	3
12	1	2	3

Com base no indicador e gráfico acima, responda a questão a seguir.

★Q19. O gráfico apresentado acima representa de maneira efetiva os indicadores pretendidos.

❗ Escolha uma das seguintes respostas:

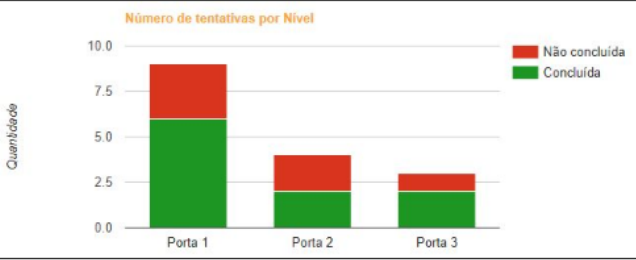
- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Indiferente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

Após a validação do conjunto de representações visuais utilizado para representar graficamente os indicadores de acompanhamento de toda a turma, por favor, responda as duas próximas questões de acordo com sua opinião.

★Quais foram as dificuldades encontradas ao analisar o conjunto de representações visuais apresentado?

★Deixe aqui suas sugestões a respeito do que pode ser melhorado no conjunto de representações visuais apresentado.

B.3 Avaliação do conjunto de visualizações por aluno

NÚMERO DE TENTATIVAS POR NÍVEL	<p>Número de tentativas por Nível</p>  <table border="1" style="margin-top: 10px;"> <caption>Dados do Gráfico: Número de tentativas por Nível</caption> <thead> <tr> <th>Nível</th> <th>Concluída</th> <th>Não concluída</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Porta 1</td> <td>6</td> <td>2</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Porta 2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Porta 3</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	Nível	Concluída	Não concluída	Total	Porta 1	6	2	8	Porta 2	2	2	4	Porta 3	2	1	3
Nível	Concluída	Não concluída	Total														
Porta 1	6	2	8														
Porta 2	2	2	4														
Porta 3	2	1	3														

Com base no indicador e gráfico acima, responda a questão a seguir.

★Q20. O gráfico apresentado acima representa de maneira efetiva os indicadores pretendidos.

🔴 Escolha uma das seguintes respostas:

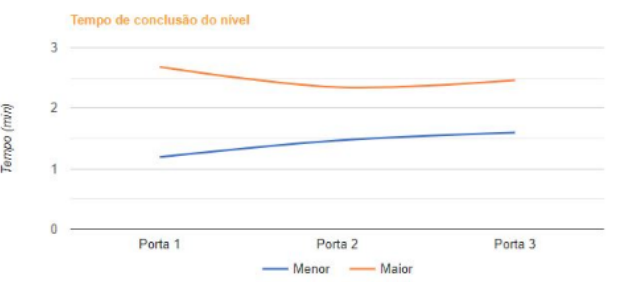
Discordo totalmente

Discordo parcialmente

Indiferente

Concordo parcialmente

Concordo totalmente

TEMPO DE CONCLUSÃO POR NÍVEL	<p>Tempo de conclusão do nível</p>  <table border="1" style="margin-top: 10px;"> <caption>Dados do Gráfico: Tempo de conclusão do nível</caption> <thead> <tr> <th>Nível</th> <th>Menor (min)</th> <th>Maior (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Porta 1</td> <td>1.2</td> <td>2.7</td> </tr> <tr> <td>Porta 2</td> <td>1.5</td> <td>2.4</td> </tr> <tr> <td>Porta 3</td> <td>1.6</td> <td>2.5</td> </tr> </tbody> </table>	Nível	Menor (min)	Maior (min)	Porta 1	1.2	2.7	Porta 2	1.5	2.4	Porta 3	1.6	2.5
Nível	Menor (min)	Maior (min)											
Porta 1	1.2	2.7											
Porta 2	1.5	2.4											
Porta 3	1.6	2.5											

Com base no indicador e gráfico acima, responda a questão a seguir.

★Q21. O gráfico apresentado acima representa de maneira efetiva os indicadores pretendidos.

🔴 Escolha uma das seguintes respostas:

Discordo totalmente

Discordo parcialmente

Indiferente

Concordo parcialmente

Concordo totalmente

NÚMERO DE TENTATIVAS POR DESAFIO	<p>Total de tentativas por desafio</p> <table border="1"><thead><tr><th>Desafio</th><th>Tentativas</th></tr></thead><tbody><tr><td>Desafio 1</td><td>7</td></tr><tr><td>Desafio 2</td><td>8</td></tr><tr><td>Desafio 3</td><td>9</td></tr><tr><td>Desafio 4</td><td>12</td></tr><tr><td>Desafio 5</td><td>6</td></tr></tbody></table>	Desafio	Tentativas	Desafio 1	7	Desafio 2	8	Desafio 3	9	Desafio 4	12	Desafio 5	6
Desafio	Tentativas												
Desafio 1	7												
Desafio 2	8												
Desafio 3	9												
Desafio 4	12												
Desafio 5	6												

Com base no indicador e gráfico acima, responda a questão a seguir.

*Q22. O gráfico apresentado acima representa de maneira efetiva os indicadores pretendidos.

Escolha uma das seguintes respostas:

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Indiferente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

TAXA DE ERRO POR DESAFIO	<p>Total de erros por desafio</p> <table border="1"><thead><tr><th>Desafio</th><th>Número de erros</th></tr></thead><tbody><tr><td>Desafio 1</td><td>1.0</td></tr><tr><td>Desafio 4</td><td>2.0</td></tr><tr><td>Desafio 5</td><td>1.0</td></tr></tbody></table>	Desafio	Número de erros	Desafio 1	1.0	Desafio 4	2.0	Desafio 5	1.0
Desafio	Número de erros								
Desafio 1	1.0								
Desafio 4	2.0								
Desafio 5	1.0								

Com base no indicador e gráfico acima, responda a questão a seguir.

*Q23. O gráfico apresentado acima representa de maneira efetiva os indicadores pretendidos.

Escolha uma das seguintes respostas:

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Indiferente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente



*Q24. O gráfico apresentado acima representa de maneira efetiva os indicadores pretendidos.

Escolha uma das seguintes respostas:

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Indiferente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

Após a validação do conjunto de representações visuais utilizado para representar graficamente os indicadores de acompanhamento de cada aluno individualmente, por favor, responda as duas próximas questões de acordo com sua opinião.

*Quais foram as dificuldades encontradas ao analisar o conjunto de representações visuais apresentado?

*Deixe aqui suas sugestões a respeito do que pode ser melhorado no conjunto de representações visuais apresentado.

B.4 Avaliação do Dashboard

Q25. A **Dashboard** apresentada está bem estruturada, havendo uma boa distribuição dos gráficos.

🔴 Escolha uma das seguintes respostas:

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Indiferente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

As questões a seguir servem para validar a usabilidade de toda a Dashboard apresentada. Todas as questões a seguir são uma tradução literal do método de validação SUS (System Usability Scale), proposto por Brooke, J. (1986). Cada questão segue uma escala Linkert de 5 níveis, numerados de 1 a 5, onde:

- 1 - Discordo totalmente
- 2 - Discordo parcialmente
- 3 - Indiferente
- 4 - Concordo parcialmente
- 5 - Concordo totalmente

*Q26. Eu acho que gostaria de usar esse sistema com frequência.

- 1 2 3 4 5

*Q27. Eu acho o sistema desnecessariamente complexo.

- 1 2 3 4 5

*Q28. Eu achei o sistema fácil de usar.

- 1 2 3 4 5

*Q29. Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema.

- 1 2 3 4 5

*Q30. Eu acho que as várias funções do sistema estão muito bem integradas.

- 1 2 3 4 5

*Q31. Eu acho que o sistema apresenta muita inconsistência.

- 1 2 3 4 5

*Q32. Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse sistema rapidamente.

1 2 3 4 5

*Q33. Eu achei o sistema atrapalhado de usar.

1 2 3 4 5

*Q34. Eu me senti confiante ao usar o sistema.

1 2 3 4 5

*Q35. Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o sistema.

1 2 3 4 5

Após a validação da estrutura e usabilidade da **Dashboard** apresentada, por favor, responda as duas próximas questões de acordo com sua opinião.

*Quais os pontos **FORTES** da **Dashboard** apresentada?

*Quais os pontos **FRACOS** da **Dashboard** apresentada?

Anexo A

PARECER PLATAFORMA BRASIL



Continuação do Parecer: 2.705.702

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1084114.pdf	23/05/2018 15:19:03		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_atualizado.pdf	23/05/2018 15:17:52	FREDERICO CORREA CARDOSO	Aceito
Folha de Rosto	FolhaRosto.pdf	07/03/2018 16:00:20	FREDERICO CORREA CARDOSO	Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	Formularios.pdf	07/03/2018 15:41:45	FREDERICO CORREA CARDOSO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoDetalhado.pdf	07/03/2018 15:33:44	FREDERICO CORREA CARDOSO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	07/03/2018 15:31:19	FREDERICO CORREA CARDOSO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO CARLOS, 11 de Junho de 2018

Assinado por:
Priscilla Hortense
(Coordenador)