



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA E COMPUTAÇÃO

LUIZ CARLOS PINHEIRO JUNIOR

MÉTODO DE ANÁLISE DE CONHECIMENTO MULTIDISCIPLINAR
UTILIZANDO JOGOS DIGITAIS

*METHOD OF MULTIDISCIPLINARY KNOWLEDGE ANALYSIS
USING DIGITAL GAME-BASED LEARNING*

CAMPINAS

2017

LUIZ CARLOS PINHEIRO JUNIOR

MÉTODO DE ANÁLISE DE CONHECIMENTO MULTIDISCIPLINAR
UTILIZANDO JOGOS DIGITAIS

*METHOD OF MULTIDISCIPLINARY KNOWLEDGE ANALYSIS
USING DIGITAL GAME-BASED LEARNING*

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica na área de Telecomunicações e Telemática.

Dissertation presented to the Faculty of Electrical Engineering and Computing of the State University of Campinas as part of the requirements required to obtain a Master's degree in Electrical Engineering in the area of Telecommunications and Telematics

ORIENTADOR: LEONARDO DE SOUZA MENDES
COORIENTADOR: ANDRÉ MARCELO PANHAN

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À
VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO
DEFENDIDA PELO ALUNO LUIZ CARLOS
PINHEIRO JUNIOR, E ORIENTADO PELO
PROF. DR. LEONARDO DE SOUZA
MENDES.

CAMPINAS

2017

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): CNPq, 132221/2015-2

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura
Luciana Pietrosanto Milla - CRB 8/8129

P655m Pinheiro Junior, Luiz Carlos, 1983-
Método de análise de conhecimento multidisciplinar utilizando jogos digitais
/ Luiz Carlos Pinheiro Junior. – Campinas, SP : [s.n.], 2017.

Orientador: Leonardo de Souza Mendes.

Coorientador: André Marcelo Panhan.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação.

1. Jogos digitais. 2. Análise de dados. I. Mendes, Leonardo de Souza, 1961-. II. Panhan, André Marcelo. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Method of multidisciplinary knowledge analysis using digital game-based learning

Palavras-chave em inglês:

Computer games

E-learning

Área de concentração: Engenharia Elétrica

Titulação: Mestre em Engenharia Elétrica

Banca examinadora:

Leonardo de Souza Mendes [Orientador]

Rodolfo Miranda de Barros

Gean Davis Breda

Data de defesa: 14-12-2017

Programa de Pós-Graduação: Engenharia Elétrica

COMISSÃO JULGADORA - DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Candidato: Luiz Carlos Pinheiro Junior RA: 162619

Data da Defesa: 14 de dezembro de 2017

Título da Tese: "Método de Análise de Conhecimento Multidisciplinar utilizando Jogos Digitais".

Prof. Dr. Leonardo de Souza Mendes (Presidente, FEEC/UNICAMP)

Prof. Dr. Rodolfo Miranda de Barros (UEL)

Dr. Gean Davis Breda (FEEC/UNICAMP)

A ata de defesa, com as respectivas assinaturas dos membros da Comissão julgadora, encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno.

A TODOS QUE DIRETA
OU INDIRETAMENTE
CONTRIBUÍRAM PARA A
REALIZAÇÃO DESTE
TRABALHO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

Aos meus pais e minha família pelo apoio e seu amor incondicional.

A minha namorada e companheira Erika Nonaka Risseto, pelo apoio e revisão.

Ao meu professor, orientador e amigo Leonardo Mendes, pela oportunidade, pelo apoio e críticas para a realização deste trabalho.

Aos professores da FEEC (Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação) e outros institutos pelas excelentes disciplinas ministradas.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio financeiro.

A Universidade Estadual de Campinas pelo suporte.

Obrigado a todos que, de alguma forma, colaboraram com o processo de construção do conhecimento que resultou neste trabalho.

"É no jogo e pelo jogo
que a civilização surge e
se desenvolve"

Johan Huizinga

RESUMO

Este trabalho discute o uso de jogos digitais como ferramentas para ensino em um ambiente de aprendizagem. Apresentamos também o seu uso em conjunto com outras tecnologias emergentes, como aplicações web de educação (LMS e MOOCS), análise de dados (LAK e EDM) e Realidade Virtual. Os principais pontos abordados deste estudo são a caracterização cuidadosa das diversas áreas cognitivas do conhecimento e o desenvolvimento de um processo de descrição que permite aos professores e demais agentes pedagógicos da área de educação definirem um perfil multidisciplinar do aluno para as diversas áreas do conhecimento, com base em medidas de desempenho do aluno quando este utiliza jogos digitais educacionais, criando assim um vetor de conhecimento do aluno. Neste trabalho apresentamos a formulação geral e alguns resultados obtidos como prova de conceito. Os testes foram feitos utilizando um jogo de labirinto 3D educacional multiplataforma. Foram realizados dois experimentos, o primeiro na web junto a uma plataforma LMS que armazenava os dados para a geração do vetor de conhecimento e o segundo utilizando realidade virtual junto a um cardboard.

Palavras-chave: Jogos Digitais; Educação; Conhecimento; Aprendizagem

ABSTRACT

In this work we discuss the use of digital games as tools for education along with a learning environment. We also present its use in conjunction with other emerging technologies such as education web applications (LMS and MOOCS), data analytics (LAK and EDM) and Virtual Reality. The main characteristics of this study is the careful characterization of the various cognitive areas of knowledge and the development of a description process that allows teachers and educators define a characterization of the student profile for each area, based on a measure of the student's performance in the use of educational digital games. In this process we propose and create the concept of student knowledge vector and present the main formulation and results obtained as proof of concept. For a simple initial proof of concept, we use a multiplatform 3D educational maze game. Initially, the tests were performed on the web together with an LMS platform, which stored the data to generate the knowledge vector. Then we performed a second test using Virtual Reality along with a cardboard.

Keywords: Digital Games; Education; Knowledge; Learning

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Página de entrada do portal Edukas.	28
Figura 2.2 – Criando um curso novo no Edukas.....	29
Figura 2.3 – Convidando alunos para um curso no Edukas.	30
Figura 2.4 – Página de uma aula mostrando arquivos, imagens ou vídeos de seu computador ou de links da internet.	31
Figura 2.5 – Figura como criar um “Tópico” novo em um curso.	32
Figura 2.6 – Círculo Mágico de Huizinga.....	46
Figura 2.7 – Estado de Flow de Mihaly Csikszentmihalyi	47
Figura 3.1 – Unity 3D no ambiente de desenvolvimento do Labirinto 3D.	54
Figura 3.2 – Labirinto 3D perguntas e respostas.....	55
Figura 3.3 – Labirinto 3D alternativa correta.....	55
Figura 3.4 – Edukas plataforma LSM onde é gerado o Vetor de Conhecimento.....	57
Figura 4.1 – Gráfico de Desempenho - Pior, Média e Melhor.....	58
Figura 4.2 – Gráfico de Tempo Médio por Questão - Pior, Média e Melhor.	59
Figura 4.3 – Gráfico de Tempo Total - Pior, Média e Melhor.....	60
Figura 4.4 – Gráfico de Desempenho - Jogadores.....	61
Figura 4.5 – Gráfico de Tempo Médio - Jogadores.	63
Figura 4.6 – Gráfico de Desempenho - Média e Jogador.....	64
Figura 4.7 – Gráfico de Tempo Médio por Questão - Média e Jogador.....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Diferenças entre LAK e EDM.36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EDM	<i>Education Data Mining</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
LAK	<i>Learning Analytics & Knowledge</i>
LMS	<i>Learning Management System</i>
LOK	<i>Learning Object Knowledge</i>
MOOC	<i>Massive Open Online Courses</i>
MVC	<i>Model View Controller</i>
PHP	<i>Personal Home Page / Hypertext Preprocessor</i>
RA	Realidade Aumentada
RV	Realidade Virtual
SBC	Sociedade Brasileira de Computação
WEB	<i>World Wide Web</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. Objetivos e Contribuições	15
1.2. Organização	16
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS E CONCEITUAIS	17
2.1. Cidades Inteligentes	17
2.1.1. Comunicações e Tecnologia da Informação - uma pequena história	18
2.2. Educação	23
2.3. Educação e Inteligência Computacional	25
2.4. Plataformas Educacionais Online	26
2.4.1. MOOC	26
2.4.2. LMS.....	27
2.4.2.1. A Plataforma Edukas	278
2.5. Mineração e Análise de Dados na educação	33
2.5.1. EDM	33
2.5.2. LAK	34
2.5.3. Diferenças entre EDM e LAK.....	35
2.6. Realidade Virtual	40
2.6.1. Definições de Realidade Virtual	41
2.7. Jogos e Educação	42
3. USANDO UM VETOR DE CONHECIMENTO PARA AVALIAR O PERFIL DE CONHECIMENTO – UMA PROPOSTA.....	48
3.1. O Vetor de Conhecimento	48
3.2. Desenvolvimento	52
4. RESULTADOS	58
5. CONCLUSÃO.....	66
6. REFERÊNCIAS	68

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de ferramentas e tecnologias se confunde e dá forma à própria história humana. Desde os primeiros artefatos de pedra, nos primeiros passos para a civilização, até os smartphones modernos, várias foram as descobertas que levaram a mudanças, muitas vezes profundas. Em determinadas ocasiões, essas mudanças tiveram grande impacto na organização social e / ou física da sociedade causada pelas adoções dessas novas tecnologias, provocando consequentes alterações no meio. Citando a Mc Luhan, isso ocorre porque “toda tecnologia cria um ambiente totalmente novo”. (MC LUHAN, p.10)

Esse avanço tecnológico e a consequente mudança nas relações sociais, como comunicação por redes sociais (Facebook, Twitter) ou comunicadores instantâneos (Whatsapp, Telegram), acabam refletindo principalmente na população jovem, que cresce recebendo informações das mais variadas formas, se formando dentro desse novo formato da sociedade. Como hoje em dia, os jovens são os principais usuários da tecnologia digital, moldando e sendo moldados por esta nova tecnologia, recebendo informações em uma variedade de novas formas, interagindo frequentemente e instantaneamente com conteúdo digital, e até mesmo definindo suas relações com outras pessoas e com o mundo através de dispositivos móveis. É inegável que essa mudança de paradigma altera também nossas formas de pensar, comportar, raciocinar e, consequentemente, aprender. Portanto, a era digital, inevitavelmente, mudará as formas e as relações de aprendizagem. (ANDERSON (2010) e MOITA (2008))

Tomemos como exemplo o uso dos já citados smartphones. Praticamente inexistentes há dez anos, os smartphones evoluíram rapidamente de um luxo das riquezas para a ferramenta indispensável de comunicação, hoje é quase impossível viver sem ele, sendo utilizado para transação bancária, entretenimento e educação, apenas para apontar algumas aplicações. A necessidade de fazer o ambiente educacional formal acompanhar o desenvolvimento das atuais tecnologias de informação já é conhecida no meio acadêmico. A melhoria na qualidade dos equipamentos eletrônicos, bem como a sua popularização, permite e facilita o

desenvolvimento de aplicações educativas, alterando o ambiente educacional formal de hoje. A sala de aula em particular, deve seguir o desenvolvimento da tecnologia da informação, espera-se que tecnologias como os jogos digitais e a Internet of Things (IoT) possam acelerar esse desenvolvimento, facilitando e popularizando as aplicações educacionais. (MOITA, 2002)

Baseado nas informações acima e nos avanços dos estudos ligando a tecnologia da informação a educação, a ideia desse trabalho é discutir o uso de novas tecnologias na Educação com ênfase particular no uso de jogos para avaliação do perfil de conhecimento dos alunos.

1.1. Objetivos e Contribuições

O objetivo deste trabalho consiste em propor um método de análise de ensino e aprendizagem baseado no desempenho em objetos de aprendizagem, neste caso, jogos digitais educacionais. Para isso propõem-se um vetor de conhecimento do aluno de forma a conseguir uma avaliação desse desempenho que deverá ser validada em trabalhos futuros. Um jogo digital é então desenvolvido e utilizado para testar a produção desse vetor de conhecimento. Finalmente, o jogo é aplicado a um grupo de validação operacional do processo, como prova de conceito, a fim de validar o método. O grupo utilizado foi escolhido aleatoriamente, pois a ideia deste trabalho não era testar a solução educacional e sim um método de avaliação, tendo como seu principal objetivo a validação do processo e da funcionalidade do jogo. A certificação do objetivo final, que é a demonstração que este processo poderá ser usado com vantagens para auxiliar no ensino e na aprendizagem, é um processo bem mais complexo e apesar de já estar em desenvolvimento, não será tratada neste trabalho.

Em relação às contribuições, este trabalho:

- Apresenta o estado da arte de tecnologias emergentes desenvolvidas para a educação;
- Desenvolve um Vetor de Conhecimento do Aluno;
- Desenvolve um jogo para servir de Objeto de Aprendizagem e Teste do Vetor de Conhecimento;
- Relaciona os dados gerados através de testes para validar o método;

1.2. Organização

O capítulo dois apresenta a fundamentação teórica. Como dirigimos nossos estudos para as escolas públicas dos municípios brasileiros, na seção 2.1, discutimos brevemente a Cidade Inteligente, outra nova tecnologia de informação e comunicação que promete ter um impacto profundo em nossas vidas cotidianas nos próximos anos. Na seção 2.2, discutimos as novas tecnologias para Educação, como rede de educação social online e mineração de dados educacionais. Na seção 2.3, apresentamos os principais conceitos por trás dos jogos e da educação.

No capítulo três apresentamos uma proposta para construir um vetor de conhecimento para objetos de aprendizado, um procedimento para permitir que professores e agentes educacionais desenvolvam um perfil de conhecimento para estudantes. Finalmente, no quarto capítulo apresentamos alguns resultados para corroborar o método que estamos propondo.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS E CONCEITUAIS

As novas tecnologias de informação e comunicação, são poderosas ferramentas que podem ajudar na modernização do processo de ensino-aprendizagem, interconectando os professores e alunos com essas avançadas soluções tecnológicas, para facilitar o aprendizado e absorção do conteúdo exposto. Neste capítulo será feita uma breve introdução sobre cidades inteligentes, após, abordaremos principalmente o foco na educação, explorando diversas tecnologias emergentes e como os jogos digitais podem ajudar nesse processo.

2.1. Cidades Inteligentes

Uma maneira mais resumida e simples de definir Cidade Inteligente é a utilização de tecnologias existentes e emergentes para coletar dados da cidade, população e serviços executados no município, para assim gerar informações que possam contribuir com ações em tempo real ou auxiliar os governantes nas tomadas de decisões.

Navia (2016) em seu trabalho analisa as definições de vários autores e chega na seguinte definição: 'A Cidade Inteligente é a cidade consciente que coleta, processa e analisa os dados das interações, comunicações ou transações digitais disponíveis, para adaptar e otimizar as operações dos serviços da cidade de forma preditiva, com a capacidade de recomendar ou ajudar na tomada de decisões imediatas dos atores sociais que compõem a cidade'.

Panhan et al. (2016) afirma que a Cidade Inteligente é um conceito que não é definido por nenhuma tecnologia inovadora, mas sim pela utilização de novas e velhas tecnologias para a redefinição e construção de uma nova cidade, aquela que priorize qualidade de vida e sustentabilidade, em vez de fatores simplesmente econômicos.

2.1.1. Comunicações e Tecnologia da Informação - uma pequena história

O desenvolvimento de uma rede urbana de distribuição universal foi estimulado pela invenção da energia elétrica, e devido a esta tecnologia surgiram várias outras que são utilizadas até hoje. Em 1881 Godalming, na Inglaterra, tornou-se a primeira cidade do mundo a receber um sistema de distribuição pública de energia elétrica. As soluções desenvolvidas no fim do século 19, com algumas modificações e avanços, estão presentes em nossas cidades até hoje.

Outra tecnologia que passava por desenvolvimento nesta época era o Telégrafo. Em 1843 foi terminada a primeira linha telegráfica do mundo ligando Baltimore a Washington nos Estados Unidos da América (EUA).

Assim, a rede urbana de energia elétrica e o desenvolvimento do telégrafo inauguram uma nova era da sociedade moderna, aquela que hoje chamamos de Sociedade da Informação.

Em pouco tempo o Telefone, o Rádio, o Cinema e a TV transformam a vida das cidades modernas. Estas tecnologias provocaram uma enorme mudança nas sociedades modernas, tanto no comportamento social como na própria estrutura física das cidades.

Do fim do século 19 até meados de 1970, os países antes essencialmente isolados, pelo menos na forma com que vemos a relação entre nações nos dias modernos, passaram a compartilhar suas culturas de forma jamais vista, ou mesmo, imaginada anteriormente. A construção de redes de distribuição de energia elétrica nas cidades viabilizou e popularizou sua utilização, o que mudou a maneira de funcionamento de indústrias, prédios e residências, e deu dinâmica nova às ruas e avenidas das grandes e das pequenas cidades. Da mesma forma, as invenções e a popularização do rádio, da TV e do telefone contribuíram para modificar os contextos de vida, as condições e os costumes, e, com isso, os pensamentos e as ideias.

E a revolução da informação apenas começava...

Apesar de desenvolvidas ao longo do século 19, estas tecnologias não se tornaram prontamente disponíveis. Em 1883, Campos, no Rio de Janeiro, foi a primeira cidade brasileira a receber iluminação pública. A cidade de São Paulo foi

iluminada por um sistema de iluminação a gás até meados de 1936, quando, então, passou a contar com uma rede de distribuição de energia elétrica que permitiu a substituição dos lampiões a gás por luz elétrica. Nessa época, a população de São Paulo era de aproximadamente 1.300.000 habitantes.

A partir de 1960 se acelera a implantação das redes de energia elétrica nas cidades brasileiras, dentro de um intervalo de tempo que podia não ultrapassar alguns minutos, os munícipes destas cidades recebiam todas as notícias e novidades que estavam acontecendo em qualquer parte do mundo, em particular nos grandes centros de conhecimento.

De 1950 a 1970 a maior parte das cidades do planeta passou a contar com distribuição pública de energia elétrica. Então, a sociedade ainda se adaptava à chegada da TV e do Telefone enquanto uma mudança ainda mais revolucionária começa a acontecer. De 1970 ao início da década de 90 do século 20 surgiram os computadores digitais, os computadores pessoais, as bibliotecas digitais de informação (BBS), os provedores de acesso e de serviço digitais, a Internet aberta e global (1991), os navegadores digitais (browsers) e, finalmente, a Web.

As tecnologias digitais permitiram também a evolução da telefonia para a telefonia digital e da TV para a TV digital.

Outra revolução drástica na vida moderna, e talvez uma das mais profundas, veio com o desenvolvimento da telefonia móvel e o surgimento dos telefones sem fio portáteis e das redes digitais de telefonia celular. Em 1989 existiam 4 milhões de assinantes de telefonia celular em todo o mundo. Hoje são mais de 6 bilhões de assinantes.

Na década de 1960 a sociedade global vivia uma intensa divisão provocada pelos dois megablocos políticos que disputavam a hegemonia do controle socioeconômico e político do mundo, com os Estados Unidos liderando os países capitalistas e a antiga União Soviética liderando os do bloco socialista. Foi neste contexto que começou a tomar forma a maior revolução socioeconômica que o mundo já experimentou, a Revolução Digital.

Originalmente, os computadores eletrônicos foram desenvolvidos para resolver problemas com objetivo específico. Na Segunda Guerra Mundial, por exemplo, Alan Turing trabalhou na construção do que poderia ser chamado de computadores analógicos,

que tinham como objetivo decifrar códigos alemães. Estas máquinas eram baseadas em seu modelo conceitual chamado máquina de Turing. No entanto, estes computadores eram caros e ofereciam recursos muito limitados. Sendo pouco flexíveis eles ofereciam mais propriamente recursos para serem configurados, em vez de programados.

A necessidade de se resolver cálculos complexos levou a uma aplicação dos computadores que estimulou a propagação desses dispositivos para a realização dessas tarefas. Genericamente chamado computador (porque, afinal de contas, ele computava) ele podia ser adaptado, ou seja, programado, para resolver diferentes problemas.

Os primeiros computadores eram equipamentos eletrônicos enormes, baseados nas válvulas eletrônicas, que se caracterizam por serem altamente complexas e caras. O *Electronic Numerical Integrator Analyzer and Computer* (ENIAC)¹, computador eletrônico desenvolvido pelo exército americano na década de 30, realizava 500 multiplicações por segundo.

Colaborando com o avanço computacional, surgem duas tecnologias que iriam mudar nossas vidas. A primeira foi o desenvolvimento, em 1971, da primeira *Central Processing Unit* (CPU) em circuito integrado, o Intel 4004, que tinha 2.300 transistores e realizava 60.000 cálculos por segundo. A segunda foi o desenvolvimento das redes de comunicações de dados, que deram origem ao mundo moderno da Internet: o modelo de redes de dados conhecido como TCP/IP (oriundos dos nomes dos principais protocolos que o compõem, o *Transmission Control Protocol* e o *Internet Protocol*).

Em sua busca por um diferencial tecnológico que permitisse vantagem estratégica em relação aos seus grandes inimigos, os Estados Unidos começaram a desenvolver, através do *Department of Defense*, um projeto de rede resiliente para interconexão de computadores em escala nacional. Este projeto deu origem à maior e mais distribuída rede de comunicação moderna, a Internet.

A partir de 1992, quando a Internet é aberta ao mundo, as inovações começaram a aparecer num ritmo muito acelerado. Evoluções tecnológicas que antes

¹ O ENIAC pesava 27 toneladas, media 2,6 metros de altura e 26 metros de comprimento, ocupava uma área de 63 m² e foi construído com 70 mil resistores e 17.468 válvulas.

demoravam décadas para serem desenvolvidas começaram a aparecer com uma rapidez estonteante. Com a Internet e a partir dela se desenvolveram a tecnologia HTML, o primeiro *browser*, os *sites* da WEB, as redes sociais, a *Web Cloud* e o *Big Data*. A telefonia presenciou a telefonia celular digital, as tecnologias 2G, 3G e 4G e os *Smartphones* e *Tablets*. A TV está se tornando 100% digital e escolhendo a Internet como seu espaço primordial de manifestação. Neste caso, além dos canais especializados que surgiram com o desenvolvimento dos canais distribuídos por cabo, surgem as TVs com programação por demanda. Este caso já é filho de uma revolução dentro da revolução, a convergência digital com as aplicações e serviços migrando de um ambiente para o outro em uma abundância de inovações sempre inesperadas capazes de desobedecer a normas e exigir novas regulamentações.

E esta revolução continua. Ela mal começou e já está sendo atropelada por outra que chega como uma tempestade no horizonte: as Redes Sensoras e a Internet das Coisas.

Para crescer a Internet, que não tinha em seu projeto uma rede própria e dedicada, precisou tomar emprestado espaços de outras redes. A primeira infraestrutura de comunicação a compartilhar seu espaço com a Internet foi a rede de telefonia. Em seguida, as empresas de TV a Cabo viram na Internet uma oportunidade de oferecer serviços adicionais através de suas redes, como a comunicação por voz, através do VoIP, e os serviços da própria Internet. Mais tarde as empresas de comunicação móvel fizeram o mesmo, e quando ofereceram sua Internet através dos Smartphones o mundo mudou mais uma vez.

Por esta razão vários países começaram a pensar em projetos específicos para as redes de Internet. Entre outras, os Estados Unidos criaram a Abilene como uma rede de alta velocidade dedicada especificamente à Internet e também chamada de Internet II. Brasil e Canadá também tem desenvolvidos seus projetos com a RNP e o Canarie, respectivamente.

Outro projeto que pretende desenvolver redes exclusivas para a Internet é o projeto brasileiro de Cidades Digitais ou de Infovias Municipais, que tem um de seus principais projetos no experimento desenvolvido pela Unicamp, através do Laboratório de Redes de Comunicações (LARCOM) da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, junto à cidade de Pedreira, SP.

Com tudo isto podemos ver que a Internet não é uma rede física de comunicações. Na realidade ela é uma rede lógica de comunicação entre computadores e seus recursos de software e hardware que podem, através dela, ser compartilhados por qualquer pessoa, a qualquer hora, em qualquer parte. A Internet conecta instantaneamente bilhões de usuários interessados em usar o computador para as mais variadas aplicações, quais sejam: entretenimento através de jogos online rodando direto no navegador, como também jogos conectando vários jogadores de forma simultânea, vídeos e outras atividades; programas para edição de textos; publicação de textos para todos verem; portais ou sites que permitem não apenas textos, mas hipertextos, imagens e vídeos; redes sociais de diversas formas possíveis; em suma, toda uma linguagem nova em grande extensão e complexidade.

Por conta da grande quantidade de informação que passou a ser divulgada na Internet, não demorou muito a surgir recursos para encontrar e indexa-las. Com isto foram desenvolvidos os sites de busca como o Google e o Yahoo. E porque estas informações tinham forte viés pessoal e poderiam ser disponibilizadas com uma velocidade quase que instantânea, a Internet demandou e viu surgirem as redes sociais de compartilhamento de manifestações pessoais como o Facebook, o Twitter e o Youtube.

Uma importante evolução da tecnologia digital é a que se organizou em torno do conceito de Cidades Digitais. Inicialmente, chamou-se Cidades Digitais àquelas que desenvolviam portais oferecendo informações aos munícipes ou a visitantes interessados. Estas informações poderiam ir de simples documentos descrevendo a cidade e seus principais atributos até portais sofisticados com conteúdo e serviços interativos, oferecendo de informações turísticas a serviços de atendimento ao cidadão em diversas áreas, tais como solicitações de serviços ou atendimento à saúde. Posteriormente, as Cidades Digitais passaram a abrigar sofisticados serviços de eGov.

Nos últimos anos, a incorporação de tecnologias como “*Data Mining*” e “*Data Analytics*” às Cidades Digitais tem levado ao desenvolvimento do que tem sido chamado “Cidade Inteligente”. Os estudos e discussões pelos atuais especialistas, baseados nos recentes desenvolvimentos desta tecnologia sugerem potencial para impactar profundamente a vida nas cidades.

Com a incorporação da Inteligência Computacional, poderemos desenvolver soluções responsivas, capazes de entender e mesmo antecipar as necessidades dos usuários da cidade. Nós sabemos como isto acontece. O problema não depende do desenvolvimento de novas tecnologias. Necessário é apenas aplicar os conceitos já conhecidos a este cenário novo. Então teremos uma cidade que sente e responde. Uma cidade que fala. Ou seja, uma cidade inteligente.

Neste trabalho apresentamos um projeto em que tentamos ensinar a cidade a entender e auxiliar seus estudantes em seu processo de aprendizagem. A ideia é ensinar a cidade a “falar Educação”.

2.2. Educação

Para estudarmos o pensamento pedagógico temos que voltar a Grécia antiga, pois mesmo antes de se existir escolas o estudo do conhecimento já era abordado, um dos primeiros a fazer essa abordagem foi Sócrates, seu método didático era o diálogo, onde através de interação entre os interlocutores era gerado conteúdo, um dos seus pontos centrais era a abordagem de que os jovens têm que ter conhecimento do mundo e de si mesmos. Podemos dizer então que seu ensinamento estimula assim o senso crítico, utilizando de raciocínio lógico e reflexões interiores para assim absorver informações de uma forma mais estruturada. (DOS SANTOS, 2017)

Uma forma de classificar o pensamento educacional é que houve uma divisão de conceitos após Sócrates, primeiro seu discípulo Platão que deu início ao Idealismo onde seu pensamento tinha como base que o conhecimento só era possível ser alcançado em um plano ideal e que nem todas as pessoas estariam preparadas para esse esforço. Já o discípulo Platão dá início ao Realismo, Aristóteles inverteu as prioridades, defendendo que o estudo de coisas reais como uma forma de adquirir aprendizado e sabedoria, assim conseguindo abranger um número maior de pessoas. (FERRARI, 2017) (DOS SANTOS, 2017)

Jean Piaget, biólogo e psicólogo suíço teve um discurso construtivista, onde o aluno constrói seu conhecimento na interação com os objetos, ou seja, ela aprende através do ambiente e da transformação deste, sempre evoluindo junto com as

mudanças. Ele defendia que as pessoas devem ser criativas, inventivas e descobridoras. Nessa perspectiva o professor tem a responsabilidade de ajudar e aperfeiçoar essa descoberta do estudante, estimulando assim seu desenvolvimento. (JÓFILI, 2017) (DIAS, 2016)

O pensamento de Lev Vygotsky, um psicólogo bielo-russo, tem algumas semelhanças como o de Piaget, porém tem um viés mais de interação social, onde o aprendizado funciona como um processo social, diferenciando do outro que o centro é mais a interação com o meio. Porém não tem uma discordância de pensamento entre os dois e sim o enfoque maior em coisas distintas. Os estudos Vygotskianos decorrem sobre o aprendizado relacionado do indivíduo com a sociedade, ele divide a capacidade de desenvolvimento da criança em três zonas: A real, que são as tarefas que a mesma pode desempenhar sozinha; A potencial, que a criança desenvolve com alguma ajuda e entre elas existe a proximal. Com essa teoria ele justifica a importância e efetividade da interação social no desenvolvimento de funções mentais. (JÓFILI, 2017) (DIAS, 2016) (DOS SANTOS, 2017)

Falamos do construtivismo de Piaget e posteriormente do socioconstrutivismo de Vygotsky, iremos abordar agora Paulo Freire, que tem um pensamento crítico-construtivista, ele acredita que a Educação é um processo humanizante, social, político, ético, histórico, cultural, onde a educação é um dos pilares para se transformar a sociedade. Ele defendia que o aluno deveria compreender o mundo para poder muda-lo, fundamentando assim a interdisciplinaridade como processo de construção de conhecimento do mesmo em relação ao ambiente. Com isso ele tem semelhanças aos pensamentos de Piaget e Vygotsky, pois os três tem a proposta que o aluno deve construir seu conhecimento com o apoio do professor, que o auxilia nesse processo.

Complementando as teorias já citadas, será abordado também a aprendizagem significativa, do pesquisador estadunidense David Ausubel. Ele aponta que o conhecimento prévio do aluno é importante para ajudar na formalização do aprendizado, pois o estudante consegue criar um significado para aquilo que está aprendendo utilizando seu conhecimento prévio como base para isso facilitando assim essa significação e absorção do conteúdo abordado. Isso se difere da aprendizagem mecânica que estimula a memorização do conteúdo, ao criar um significado ao aprendizado daquele conteúdo, entende melhor a relação e o contexto da informação,

tornado assim esse conhecimento mais duradouro, pois o aluno não simplesmente decorou o conteúdo, ele criou um significado e relacionou com outras informações do seu aprendizado e conhecimento.

2.3. Educação e Inteligência Computacional

A imensa produção e processamento de dados gerado pelas modernas tecnologias de informação e comunicação criou as condições para o desenvolvimento de tecnologias de análise dessa informação sobre vastas quantidades de dados (do inglês, “*Data Analytics upon Big Data*”). O uso de novas tecnologias na Educação, em particular da tecnologia digital através de ensino mediado por computador, jogos digitais educacionais, ambientes de EAD via Web, etc, tem produzido grande quantidade de dados que permitem o uso dessa Inteligência Computacional de análise.

Originalmente, ferramentas de mineração e análise de dados eram exclusivas de projetos militares ou laboratórios científicos altamente secretos. Com enorme evolução da capacidade de processamento dos computadores e sua popularização, principalmente seu uso compartilhado através da Internet, aliado à enorme geração de dados (Big Data) que surgiu subsidiariamente ao desenvolvimento da Web, as tecnologias de “data mining” e “data analytics” passaram a ser usadas nas mais diversas áreas com o objetivo de aperfeiçoar resultados, ganhar eficiência, conquistar previsibilidade, e outras tantas melhorias que a análise computacional da informação, comumente chamada de Inteligência de Negócios (*Business Intelligence* - BI) ou Inteligência Computacional - IC, pode oferecer.

Assim, nos últimos anos, além das aplicações militares e nas indústrias de alto valor agregado como o petróleo, a Inteligência Computacional passou a ser usada em áreas mais comuns como economia e telecomunicações, com o objetivo de melhorar desempenho e aperfeiçoar a tomada de decisão nas empresas. Nos dias atuais é a vez da Educação se movimentar para analisar e discutir o impacto do uso da IC em

seus processos. Atualmente, diversas e renomadas instituições de ensino superior no mundo, em particular universidades, estão começando a desenvolver soluções de Mineração de Dados em Educação (*Educational Data Mining - EDM*) e Análise de Aprendizagem e Conhecimento (*Learning Analytics and Knowledge - LAK*) para melhorar seus serviços e aumentar o desempenho dos estudantes, melhorando suas notas e reduzindo a evasão nos programas de graduação. Neste trabalho, entretanto, estamos interessados em estudar o uso da Inteligência Computacional na coleta, mineração e análise dos dados das escolas públicas de ensino fundamental do Brasil. Neste trabalho diversas vezes usaremos as expressões consagradas, tais como: “data mining” (mineração de dados) e “data analytics” (análise de dados), ou simplesmente “analytics” como um jargão acadêmico consagrado.

2.4. Plataformas Educacionais Online

Para que as técnicas de EDM e LAK sejam aplicadas faz-se necessário o levantamento de uma grande quantidade de dados que, além do mais, apresenta uma alta variedade de amostras de informação. A geração de dados em Educação é naturalmente muito rica. Entretanto, nem sempre estes dados são propriamente coletados e estruturados de forma que possam ser minerados e analisados. O uso de recursos complementares, normalmente na forma de ferramentas computacionais, é altamente recomendado como forma de facilitar a coleta e estruturação destes dados. Neste trabalho faremos uso de ferramentas de MOOC (*Massive Open Online Courses*) e LMS (*Learning Management System*). Nesta seção vamos discutir estas duas soluções/ abordagens.

2.4.1. MOOC

A expressão *Massive Open Online Courses* (MOOC) é usada para indicar um ambiente, normalmente centrado na Web, que permite aos usuários cadastrados fazer

cursos on-line sem qualquer restrição no número de participantes. Normalmente, esses cursos oferecem recursos tradicionais, como palestras, leituras, discussões e resolução de problemas, mas também podem fornecer materiais da era digital, tais como: jogos, realidade imersiva, avaliação automática, vídeo interativo, etc. Fóruns e outras formas de conteúdos interativos, estimulam os usuários a apoiar as interações da comunidade entre estudantes, professores e assistentes de ensino. (ADBELALI, 2016) (RIEDO, 2017)

Plataformas MOOC, podem ser usadas para oferecer cursos à distância, em que os estudantes podem realizar no horário e lugar de preferência. Outra utilidade destas plataformas é também ser usadas como base de suporte para aulas presenciais.

2.4.2. LMS

Um *Learning Management System* (LMS), ou sistema de gerenciamento de aprendizagem na tradução literal, é um aplicativo para administração de cursos e treinamento, projetado para auxiliar o professor a montar aulas virtuais, ou distribuir materiais educacionais aos alunos a fim de melhorar a comunicação. Um LMS possibilita aos educadores que criem, montem materiais, gerenciem e, finalmente, implementem seus cursos. O LMS também pode ser usado para acompanhar o progresso dos alunos e para se comunicar com eles, adaptando seu desenvolvimento para alcançar os melhores resultados de aprendizagem. MOOC e LMS são geralmente construídos em conjunto.

2.4.2.1. A Plataforma Edukas

O Edukas é uma plataforma de ensino, ou portal educacional, que pode ser classificada dentro das categorias de MOOC e LMS, e foi desenvolvida no LARCOM e conta com uma série de ferramentas projetadas para auxiliar os professores e alunos

no ensino e na aprendizagem. Com o Edukas os professores podem complementar o conteúdo dado em sala de aula, durante as aulas em classe ou com atividades extra-classe, tornando estas aulas mais interativas e sendo capaz de extrair informações de utilização e desempenho que podem ser usadas para geração dos perfis de aprendizagem e de conhecimento do aluno. O Edukas possui uma interface simples, clara, intuitiva e fácil de utilizar, além de ser preparado para qualquer dispositivo, portátil ou não. A imagem apresentada na figura 2.1 mostra a interface de apresentação do portal Edukas.



Figura 2.1 – Página de entrada do portal Edukas.

Para as interfaces visíveis aos usuários, foi escolhido o HTML5, estilizado por CSS3. Além disso, os layouts foram construídos utilizando como base o framework Bootstrap, feito pela equipe do Twitter, que possui belos padrões de design, com objetivo de melhorar a experiência do usuário final. No lado do servidor, a linguagem escolhida foi o PHP, utilizada através do framework Zend. O banco de dados foi completamente feito em MySQL.

No Edukas o conceito de “Aula” foi desenvolvido como uma ferramenta onde o professor prepara aulas virtuais, podendo complementar o conteúdo passado em classe ou criar uma aula completamente virtual para seus alunos realizarem em

períodos extra-classe. Para auxiliar na montagem das aulas, o Edukas oferece ao professor uma biblioteca com mais de 2000 “módulos educacionais”, que são pequenas atividades lúdicas interativas, ou jogos educacionais, desenvolvidos em torno de temas do currículo dos alunos. Estes módulos são organizados por disciplina, e adicioná-los à aula revela-se uma tarefa extremamente simples. O professor pode inserir também arquivos, imagens ou vídeos de sua própria produção ou de terceiros, com a devida autorização, para melhor preparar sua aula.

A figura 2.2 traz a imagem da página que o professor deve acessar se quiser criar um curso. O processo de criação de cursos é algo realmente simples, para que o curso seja criado, o professor deve digitar o nome do curso e uma breve descrição, como mostra a figura. Todos os demais campos, como número de vagas, pré-requisitos, etc. podem ser preenchidos depois. O professor também pode definir uma imagem de capa para seu novo curso. Após confirmar a criação de seu curso, o professor já pode convidar seus alunos. Para enviar o convite, basta ir à tela de convite e digitar nome e e-mail do aluno. O sistema se encarregará de enviar uma mensagem de convite para o aluno, que deverá aceitá-lo.

Edukas

Novo Curso

Inserir imagem

Título
Escreva aqui o título do curso

Resumo
Use esse espaço para mostrar o que seu curso tem a oferecer...

Público - alvo
Descreva aqui a qual público o curso é destinado...

Objetivo
Este espaço é reservado para que você mostre os principais objetivos do curso...

Conhecimentos Prévios

Figura 2.2 – Criando um curso novo no Edukas.

A imagem 2.3 mostra a página de convite do aluno para participar do curso.

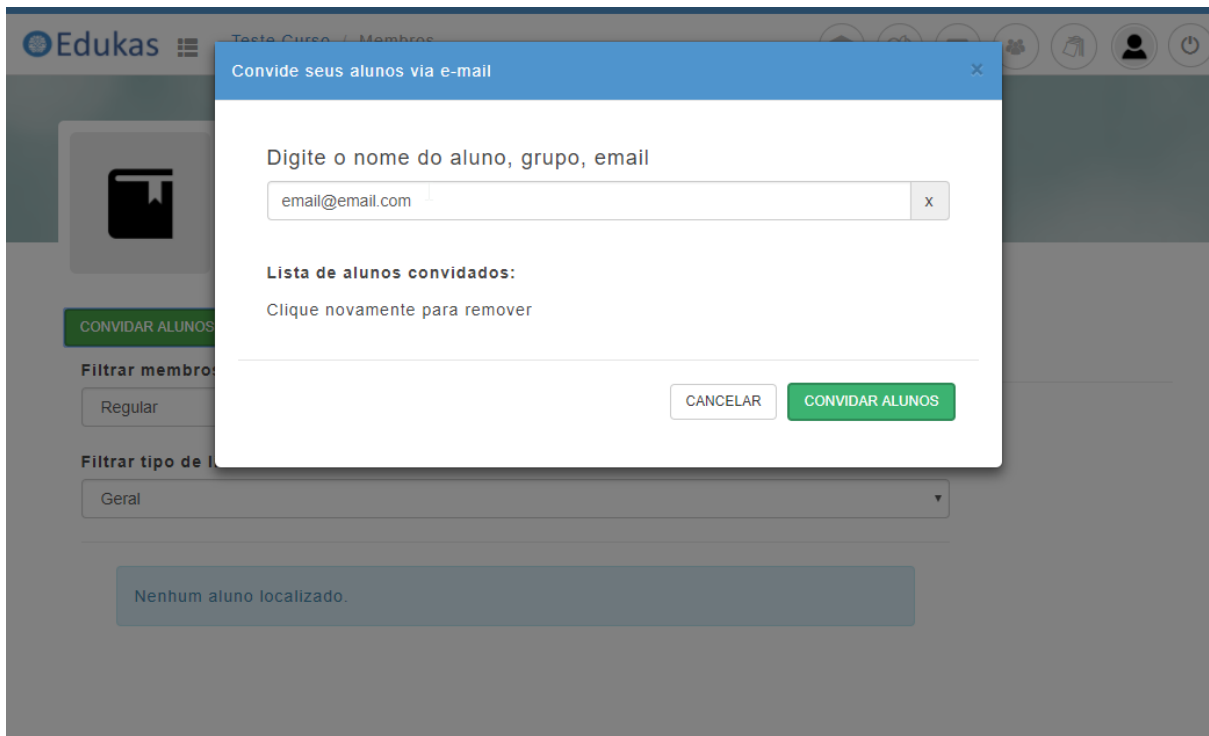
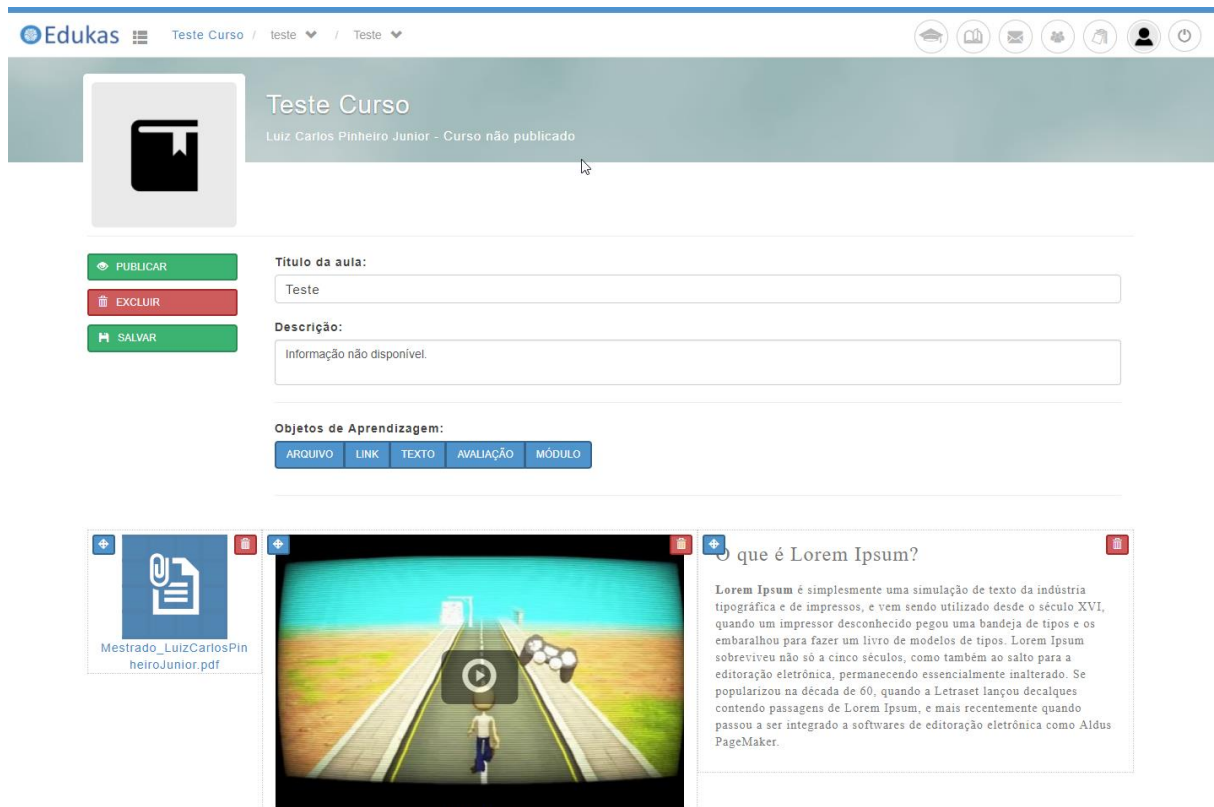


Figura 2.3 – Convidando alunos para um curso no Edukas.

Após criar o curso, o professor poderá criar aulas. Estas aulas podem ser disponibilizadas imediatamente ou em uma data futura a ser escolhida. Como já falado, para conteúdo de apoio, o professor também pode anexar módulos e jogos educacionais, ou anexar arquivos, imagens ou vídeos de seu computador ou de links da internet. A figura 2.4 mostra a página de uma aula com vários recursos anexados. É possível ver que o uso de thumbnails torna a identificação da aula, e possibilita uma forma de montagem mais eficiente e simples, deixando o professor montar a aula como acha mais adequado.

Para avaliar o andamento de seus alunos, o professor poderá acompanhar os gráficos de desempenho gerados automaticamente pelos módulos e jogos, ou criar uma avaliação própria. Esta avaliação é composta apenas de questões, que podem ser dissertativas, alternativas ou múltipla escolha. Após inserir suas questões e criar a avaliação, o professor poderá liberá-la aos seus alunos. Sempre que um aluno responder o questionário criado, o professor recebe uma notificação, e poderá visualizar os resultados do aluno.



Edukas Teste Curso / teste / Teste

Teste Curso
Luiz Carlos Pinheiro Junior - Curso não publicado

PUBLICAR **EXCLUIR** **SALVAR**

Titulo da aula:
Teste

Descrição:
Informação não disponível.

Objetos de Aprendizagem:
ARQUIVO LINK TEXTO AVALIAÇÃO MÓDULO

Mestrado_LuizCarlosPinheiroJunior.pdf

que é Lorem Ipsum?

Lorem Ipsum é simplesmente uma simulação de texto da indústria tipográfica e de impressos, e vem sendo utilizado desde o século XVI, quando um impressor desconhecido pegou uma bandeja de tipos e os embaralhou para fazer um livro de modelos de tipos. Lorem Ipsum sobreviveu não só a cinco séculos, como também ao salto para a editoração eletrônica, permanecendo essencialmente inalterado. Se popularizou na década de 60, quando a Letraset lançou decalques contendo passagens de Lorem Ipsum, e mais recentemente quando passou a ser integrado a softwares de editoração eletrônica como Aldus PageMaker.

Figura 2.4 – Página de uma aula mostrando arquivos, imagens ou vídeos de seu computador ou de links da internet.

A imagem da Figura 2.5 mostra a página onde se cria e organiza os tópicos e aulas do curso na visão do professor.

Edukas

Teste Curso

Luiz Carlos Pinheiro Junior - Curso não publicado

PUBLICAR EXCLUIR

Alterar Imagem

0 Indefinido Livre

DETALHES MURAL FÓRUM AVALIAÇÕES + CRIAR TÓPICO

Tópicos:

1- teste VER AULAS

DETALHES EXCLUIR OCULTAR + ADICIONAR AVALIAÇÃO + CRIAR AULA

Este tópico ainda não possui aulas publicadas.

Aulas não publicadas:

1 - Teste

2- teste VER AULAS

DETALHES EXCLUIR OCULTAR + ADICIONAR AVALIAÇÃO + CRIAR AULA

Este tópico ainda não possui aulas publicadas.

Figura 2.5 – Figura como criar um “Tópico” novo em um curso.

2.5. Mineração e Análise de Dados na educação

À medida que a tecnologia avança e temos mais pessoas conectados à internet, sempre on-line, interagindo com esse meio inclusive para aprendizado, mais dados são gerados e esses dados podem nos ensinar sobre o comportamento do aluno. Podemos gerar um relatório de informações dizendo o que pode ser melhorado, sendo assim possível personalizar o ambiente educacional de acordo com a experiência do aluno. Uma das tecnologias que estão passando por um crescente interesse no ensino, são os jogos, a gamificação e este aprimoramento da análise de dados de aprendizado. Portanto, falaremos a seguir de duas tecnologias de estudo e aprendizado, através de análise e levantamento de dados educacionais EDM e LAK, jogos e educação serão abordadas nos tópicos seguintes.

2.5.1. EDM

Education Data Mining (EDM), Mineração de Dados Educacionais, descreve um campo de pesquisa onde os recursos analíticos, tais como mineração de dados, aprendizado de máquinas e estatísticas são aplicados para gerar compreensão, cognição, educação e ajudar os educadores na tomada de decisões. Através da coleta, medição, análise e relatórios de dados sobre a informação dos alunos, incluindo aqui informações pessoais, dados do curso, dados coletados do desempenho do jogo, etc. A análise inteligente do sistema pode ser executada e gerar informações importantes para estudantes, que pode acompanhar os objetivos de pesquisa aplicada, como melhorar a qualidade da aprendizagem, bem como objetivos de pesquisa pura, que tendem a facilitar nossa compreensão do processo de aprendizagem e educação. (ROMERO; VENTURA, 2010) (ELATIA; BAKHSHATE, 2017).

EDM faz uma ponte entre duas disciplinas: educação, por um lado, informática científica, por outro lado, onde tanto a mineração de dados como a aprendizagem de máquinas são subcampos das ciências da computação. Na EDM, esses dois campos

tornaram-se entrelaçados ao longo dos anos, e é muito importante mantê-los em foco. (ELATIA; BAKHSHATE, 2017)

Abaixo vamos citar alguns objetivos da EDM:

- Previsão do comportamento de aprendizado futuro dos estudantes, através da criação de modelos que incorporem informações detalhadas, tais como: conhecimento, motivação, metacognição e atitudes dos mesmos;
- Descobrir ou melhorar modelos de domínio que caracterizam o conteúdo a ser aprendido e sequências instrucionais ótimas;
- Estudar os efeitos de diferentes tipos de suporte pedagógico que podem ser fornecidos pelo software de aprendizagem;
- Avançar o conhecimento científico sobre aprendizado e estudantes através da construção de modelos computacionais que incorporam modelos do aluno, o domínio e a pedagogia do software. (EDTECHREVIEW, 2017)

2.5.2. LAK

O Learning Analytics & Knowledge (LAK) é a área que estuda o uso de dados inteligentes para descobrir informações e conexões sociais criando modelos que podem sedimentar resultados e apoiar educadores em auxiliar os alunos em seu processo de aprendizagem. Basicamente é a área de estudo que analisa dados educacionais para entender melhor os estudantes e como aprendem, assim criando modelos que possam automatizar um sistema que consegue retirar o máximo de cada aluno. O LAK procura padrões e relações que mostrem uma série de informações do estudante, como nível de compreensão, maturidade, capacidade social e independência, em algum assunto. A criação de sistemas de recomendação depende fortemente da informação gerada pelo LAK.

É o campo associado a decifrar tendências e padrões de dados educacionais maiores, ou grandes conjuntos de dados relacionados ao aluno, para promover o avanço de um sistema personalizado e de apoio do ensino. A análise de aprendizagem concentra-se na aplicação de ferramentas e técnicas em escalas

maiores em sistemas instrumentais e pretende responder perguntas como as seguintes:

- Quando os alunos estão prontos para passar para o próximo tópico?
 - Quando um estudante está em risco de não completar um curso?
 - Qual é o nível que o aluno pode atingir sem intervenção?
 - O aluno deve se referir a um conselheiro para obter ajuda?
- (EDTECHREVIEW, 2017)

2.5.3. Diferenças entre EDM e LAK

Em primeiro lugar, a diferenciação entre EDM e LAK pode não parecer clara. De fato, essas abordagens são diferenciadas mais por seus objetivos do que por seus processos fundamentais. Enquanto a EDM é normalmente aplicada para gerar relatórios completos sobre processos de ensino e aprendizagem para funcionários do governo, agências de apoio e gerentes, o principal público da informação do LAK são os educadores e os próprios alunos, que procuram melhores maneiras de otimizar o ensino e a aprendizagem. A base de dados analisados pelo LAK é maior e mais próxima do tempo real, quase uma base de dados transacional.

Outra distinção entre EDM e LAK pode ser encontrada em suas origens. EDM é usado principalmente por pesquisadores provenientes do paradigma do ensino inteligente, enquanto o LAK está mais centrado nos sistemas de gerenciamento de conteúdo e aprendizagem. EDM concentra-se no desenvolvimento de novas ferramentas e algoritmos para a descoberta de padrões de dados e o LAK se concentra na aplicação de ferramentas e técnicas em escalas maiores em sistemas de educação.

Siemens (2012), em seu artigo traz a seguinte tabela de comparação entre as duas:

Tabela 2.1 – Diferenças entre LAK e EDM.

	LAK	EDM
Descoberta	Aproveitar o julgamento humano é fundamental; descoberta automatizada é uma ferramenta para atingir esse objetivo	A descoberta automatizada é a chave; alavancar o julgamento humano é uma ferramenta para atingir esse objetivo
Redução & Holismo	Maior ênfase na compreensão de sistemas como um todo, em toda a sua complexidade	Maior ênfase na redução de componentes e análise de componentes individuais e relações entre eles
Origens	O LAK tem origens mais fortes na web semântica, "currículo inteligente", previsão de resultados e intervenções sistêmicas	EDM tem origens fortes em software educacional e modelagem de estudantes, com uma comunidade significativa na previsão de resultados do curso
Adaptação & Personalização	Maior foco em informar e capacitar instrutores e aprendizes	Maior foco na adaptação automatizada (por exemplo, pelo computador sem humanos no circuito)
Técnicas e Métodos	Análise de redes sociais, análise de sentimentos, análise de influência, análise do discurso, previsão de sucesso do aluno, análise de conceitos, modelos de <i>sensemaking</i> ²	Classificação, agrupamento, modelagem bayesiana ³ , mineração de relacionamento, descoberta com modelos, visualização

² significa “criação de sentido”, ou seja, geração de significados que possam ser valiosos para os indivíduos e, conseqüentemente, para as organizações

³ A inferência bayesiana é um tipo de inferência estatística que descreve as incertezas sobre quantidades invisíveis de forma probabilística. Incertezas são modificadas periodicamente após observações de novos dados ou resultados.

Atualmente, tanto EDM quanto LAK trabalham com o objetivo de identificar padrões e fazer previsões. Se pudermos identificar os padrões nos dados e estabelecer correlações que nos permitam prever o que vem depois nós poderemos prever o próximo passo e aperfeiçoar nossas tomadas de decisão. A EDM procura centralizar suas atividades no desenvolvimento de novas ferramentas para a descoberta de padrões nos dados. Estes padrões geralmente estão ligados a conceitos particulares e pontuais existentes no processo de aprendizagem tais como identificar o conhecimento da multiplicação ou da subtração. Já a LAK está mais voltada para a aplicação de ferramentas em larga escala para analisar o desempenho do aluno, ou de uma turma, em um curso ou em um programa de estudo.

EDM e LAK são, em geral, usados para a pesquisa e a modelagem de problemas em sistemas de aprendizagem online. Uma área em que esta modelagem é particularmente importante é na construção do modelo de aprendizagem do estudante, que chamaremos de perfil de aprendizagem. O perfil de aprendizagem tem como objetivo entender a forma que o aluno usa para abordar seus estudos, a frequência com que ele busca estudar e a eficácia na obtenção dos resultados. Como o histórico do aluno é um dos principais determinantes do perfil de aprendizagem, o principal objetivo da IC aqui é auxiliar o aluno a melhorar este perfil e tornar-se mais habilidoso e satisfeito em seu processo de conquista do conhecimento. Este modelo pode depender de um grande número de variáveis, algumas estáticas, outras dinâmicas, umas relacionadas às áreas de conhecimento, enquanto outras ligadas ao comportamento e à motivação do estudante. O uso de técnicas de IC pode detectar desde elementos simples, como a hora que o estudante entra no sistema e quanto tempo ele passa no estudo online, até construir mapas de associação buscando correlacionamentos e construindo estatísticas e probabilidades que permitam um melhor entendimento do perfil de aprendizagem do aluno. Uma grande parte destas informações podem ser produzidas em tempo real, o que leva à possibilidade da produção de um processo contínuo de realimentação de informações que favoreça a tomada de decisões para os diversos atores da Educação: para o aluno que deve escolher qual o próximo problema que deverá ser resolvido; para o professor que deve decidir como preparar a aula do dia seguinte; para a supervisora que deverá julgar o progresso da escola todo mês; e para os administradores educacionais que se

preocupam todos os anos com os resultados gerais da Educação estão se desenvolvendo e melhorando.

Os mesmos dados utilizados para produzir o perfil de aprendizagem podem ser usados para a construção de uma nova visão do aluno, que chamaremos de perfil do conhecimento, e se caracteriza por tentar construir uma visão do estado de conhecimento do aluno. Na construção deste perfil devem ser consideradas principalmente a experiência do aluno ao enfrentar desafios ou provas de conhecimento. Por exemplo, quando uma professora, ao final de um ciclo, avalia um aluno com uma nota ou conceito ela está na realidade descrevendo uma dimensão do perfil de conhecimento do aluno. Este perfil deve possuir um grande número de dimensões. Às dimensões clássicas, determinadas pelas avaliações que os alunos obtêm de seus professores durante a evolução de seus estudos podemos adicionar outras dimensões, tais como as experiências da vida, de convivência com a família, por exemplo. Neste trabalho temos como objetivo estudar um novo grupo de dimensões: as dimensões adicionadas pela experiência e conhecimento que os alunos adquirem ao interagirem com os ambientes de aprendizado digital e, em particular, com os jogos digitais. Definir e demonstrar a geração do perfil de conhecimento é um de nossos principais objetivos. No jargão acadêmico internacional, os termos que definem os conceitos discutidos aqui são “user modeling” e “user profiling”.

Os perfis de modelagem do aluno, de aprendizagem e de conhecimento, sugerem fortemente funções que dependem do tempo. No caso das dinâmicas com experiências no mundo digital, esta dependência tende a ser de tempo real. Isto pode limitar o uso de data mining e data analytics que pressupõe a existência de uma certa quantidade de informação e de um tempo de processamento para que determinado estado das funções possa ser obtido. Este raciocínio sugere que mais de um perfil de aprendizagem e de conhecimento possam ser produzidos para cada estudante. A conveniência da escolha do perfil a ser utilizado em cada caso é também um objeto de estudo que deve ser perseguido. Para o desenvolvimento dos perfis do aluno uma série de experiências educacionais precisam ser realizadas de forma a permitir o entendimento cuidadoso de como determinado tópico afeta o perfil que desejamos construir. Boa parte destas experiências surgem das atividades já desenvolvidas pelos professores e seus alunos nas escolas. Outras tem a ver com o comportamento geral

do aluno, com sua vida e seus relacionamentos, em particular sua relação com a família. Um novo conjunto de experiências, entretanto, surgirá a partir da interação dos alunos, professores e demais participantes do processo educacional, em particular e principalmente a família do aluno, com o universo digital produzido pelos sistemas de aprendizagem, jogos digitais, e-learning, experimentos educacionais pelo smartphone, e assim por diante. O estudo dos principais elementos de aprendizagem e princípios de ensino são fundamentais para que possamos corretamente produzir este complexo entendimento que se descortina diante da nova visão da “sociedade inteligente”.

Desta discussão podemos apreender que as ações produzidas através de data mining e analytics deverão ser automáticas. Ou seja, sistemas autônomos ou robôs estarão a postos para coletar, estruturar e tratar os dados, dentro de regras previamente definidas e validadas, automaticamente à medida que eles são gerados. No entanto, para que este procedimento seja realizado os dados devem estar disponíveis dentro de um intervalo de tempo razoável. Tradicionalmente a maior parte das informações sobre os alunos fica restrita ao uso do professor, que não tem tradição nem motivação para liberá-las para análise adicional. Este não é o caso com as informações digitais que são disponibilizadas em tempo real tão logo são produzidas. Para que o perfil dos alunos possa ser adequadamente produzido, sistemas de cadastramento de dados, fáceis de usar e em tempo real, devem ser produzidos e disponibilizados aos atores da educação de maneira que estas informações possam também ser produzidas em tempo de impactar corretamente os perfis dos alunos. Mas para que isso ocorra precisamos construir cultura e confiança no processo. Este é um grande trabalho que temos pela frente.

A partir dos dados amplamente disponíveis, é fundamental que tenhamos aplicações robustas para estruturar e analisar esses dados, porém muitas das informações produzidas no campo educacional são tratadas por ferramentas que possuem dificuldade de interoperação. A construção de interfaces de intercâmbio de informações entre sistemas legados e as ferramentas de *data mining* e *data analytics* é também fundamental para o sucesso do projeto.

Finalmente não podemos esquecer o cuidado com a validade e a veracidade dos dados. O uso de ferramentas de verificação para certificar que os dados obtidos são corretos e a realização de testes de verificação é também uma tarefa fundamental

e um cuidado a ser adotado para garantir os resultados e impedir erros que podem provocar danos imprevisíveis.

2.6. Realidade Virtual

Realidade virtual e realidade aumentada são tecnologias de interface computacional tridimensional, que possibilitam ao usuário atuar de forma multissensorial. Dependendo dos equipamentos utilizados, pode-se explorar a visão, a audição e o tato – sentidos normalmente mais utilizados –, mas também o olfato e o paladar. (KIRNER, 2008)

O fato dessas tecnologias serem multissensoriais e processadas em tempo real facilita a interação do usuário, que não tem muita dificuldade para aprender e dominar a interface. Kirner e Kirner (2009) descrevem a evolução da interação entre o computador e o ser humano em 3 fases: a primeira é a interação do usuário no mundo real sem a presença dos computadores, a segunda, com o uso e a percepção dos computadores e a terceira com o uso, mas sem a percepção dos computadores por causa dos dispositivos multissensoriais.

A realidade aumentada é uma variação da realidade virtual. Ambas permitem ao usuário imergir dentro de um ambiente sintético. Na realidade virtual, enquanto imerso, o usuário não pode ver o mundo real ao seu redor. Em contraste, a realidade aumentada permite o usuário ver o mundo real, com objetos virtuais sobrepostos ou em composição com o mundo real. (KAUFMANN, 2003)

A ideia de realidade virtual remonta a alguns experimentos realizados, principalmente, na década de 1960. Nos anos 1960-1962, Morton Heilig criou um simulador multissensorial (Sensorama). Tratava-se de um filme, cuja reprodução incluía experiências sensoriais de diversos tipos: visuais, sonoras, olfativas (uso de cheiros), táteis (ventos e vibrações). Essa experiência pode ser considerada uma primeira abordagem de realidade virtual, porém não era interativa. Em 1963, Ivan Sutherland propôs a definição de realidade virtual: “sistema interativo com gráficos, feedback, som, cheiro e sabor”. (KIRNER e KIRNER, 2009)

No Brasil a realidade virtual surgiu na década de 1990, impulsionada pelo avanço tecnológico e apoiada por órgãos financiadores, principalmente o CNPq, que promoveu eventos nacionais a fim de propagar a tecnologia. Posteriormente foi criada a Comissão Especial de Realidade Virtual - CERV, associada à Sociedade Brasileira de Computação - SBC. (KINER, 2004)

2.6.1. Definições de Realidade Virtual

Como mencionado anteriormente, realidade virtual é uma tecnologia de interação multissensorial, com interface tridimensional e processamento em tempo real.

O termo “realidade virtual” foi criado em 1989 por Jaron Lanier, no momento CEO do VPL, para abrigar todos os projetos virtuais por ele desenvolvidos sob um único termo. Portanto, tipicamente refere-se a realidades tridimensionais implementadas com óculos e luvas. (KRUEGER, 1991).

De acordo com isso, realidade virtual seria, portanto, simulações eletrônicas de ambientes experimentadas através de óculos e roupas com fio, que permitem ao usuário interagir em situações tridimensionais realistas. (COATES, 1992).

Uma definição mais específica e atual é: “Realidade Virtual é uma interface avançada para aplicações computacionais, onde o usuário pode navegar e interagir, em tempo real, em um ambiente tridimensional gerado por computador, usando dispositivos multisensoriais” (KIRNER, 2016).

Assim podemos definir de maneira mais precisa a realidade virtual como um ambiente virtual tridimensional onde o usuário utiliza dispositivos de interação multissensoriais, como tato, movimentos corporais, comandos de voz e etc. Recebendo feedbacks visuais, sonoros e estímulos corporais, como também através de cheiros e sensações, tudo dependendo do dispositivo utilizado.

Tratando-se do hardware, é preciso que ele tenha uma alta capacidade de processamento gráfico, sonoro e tátil, para proporcionar experiências em tempo real. (KIRNER, 2008)

2.7. Jogos e Educação

Os primeiros jogos de computador com cunho educacional foram desenvolvidos no final da década de 1960. A aprendizagem baseada em jogos é um método educacional que define procedimentos e objetivos de aprendizagem de acordo com um tópico específico, e é projetado para equilibrar os assuntos do tópico com jogo e exige que os jogadores tenham a capacidade de reter e aplicar os assuntos fornecidos à realidade. (TSAI, 2015)

A atividade lúdica e o aprendizado sempre caminharam juntas no desenvolvimento do ser humano. Podemos observar que não só nos seres humanos, mas também na natureza, como por exemplo filhotes de animais brincando treinam suas habilidades para a caça quando adultos, sendo assim um processo natural de aprendizagem. Ou seja, desde a era primitiva, foi através dos jogos e com eles que a sociedade se desenvolveu e só é possível esta ser analisada pelo viés do jogo. (HUIZINGA, 2012) (DA SILVEIRA, 2016) (MORENO, 2012)

Em suas brincadeiras, as crianças usam intensamente sua criatividade. Quando mergulhados em suas fantasias e universos imaginários, eles podem facilmente transformar um bastão simples em um cavalo ou uma luz de sabre de guerras estelares. (OLIVEIRA, 2010) (DA SILVEIRA, 2016)

Apesar do ato de jogar estar sempre, de certa forma, associado a algum tipo de aprendizagem, um grande número de educadores ainda possui dificuldades para fechar a lacuna que existe entre seus processos educacionais e o *modus vivendi* ultra lúdico usual do estudante do século XXI. Um fato que foi observado é que, mesmo sendo capaz de participar da onda da tecnologia digital moderna digital-móvel-web, ao entrar na sala de aula, os educadores têm dificuldade em acompanhar os alunos, na busca de um idioma atraente o suficiente para disputar com o smartphone a atenção dos mesmos. Portanto, o problema não é apenas um hiato de geração. Também é necessário produzir ferramentas de aprendizagem. Esta atenção pode ser conquistada com a ajuda de jogos, redes sociais, animações interativas, realidades virtuais e aumentadas, que conseguem disputar a atenção dos alunos com todo o mundo de comunicação super imersiva de hoje. (SANTOS, 2016) (SOBRINHO, 2016) (TRIBUCCI, 2016)

Porém educadores se mostram cada vez mais otimistas no uso da tecnologia digital em sala de aula e com a possibilidade de levar a sala de aula no smartphone. Como o uso de jogos digitais e outras ferramentas para auxiliar no ambiente de aprendizagem, porém umas das preocupações apontadas é o fato de que essas tecnologias não utilizadas adequadamente podem voltar a métodos arcaicos do ensino, onde o mesmo acentuava a competição ressaltando os melhores e desmerecendo os que tinham dificuldade. No entanto, alguns cuidados devem ser considerados. O uso não discriminado da tecnologia pode gerar resultados imprevisíveis e, na educação, o fracasso pode levar resultados que podem não ser reversíveis. Assim, devemos ser rápidos, mas cuidadosos, ser capazes de medir e testar os resultados antes de grandes soluções de disseminação que possam revelar não adequadas para educação mais tarde. Outro aspecto a ser considerado é que as soluções devem considerar o educador, pelo menos, como mediador da tecnologia. A razão para isso é simples, os educadores sempre foram extremamente confiáveis realizando seus trabalhos. Eles sabem melhor quando algo não está indo bem. (DE PAULA, 2016) (DE SOUZA, 2016) (DE OLIVEIRA, 2016) (CORREIA, 2016)

Pode-se utilizar os jogos como ferramenta para auxiliar na educação e encurtar o caminho entre o aluno e o professor. A aplicação desses instrumentos na educação pode ser representada de diversas formas, utilizando jogos desenvolvidos para esse fim, geralmente denominados como jogos educativos. Outra estratégia é o uso de jogos comerciais que não foram inicialmente desenvolvidos com foco na educação, porém possuem conteúdo que pode ser utilizado pelos professores, tanto na interpretação desses jogos como produtos culturais, como através de aprendizagem tangencial.

Pesquisas nas ciências da aprendizagem sugerem que os jogos de simulação podem ser uma maneira eficaz de encorajar os alunos a se envolverem com sistemas complexos e melhor compreendê-los. Por exemplo, os pesquisadores descobriram que o SimCity4 facilita o pensamento crítico quando integrado nos currículos de planejamento urbano. Outro exemplo é Civilization5 que também ajudou a promover

⁴ Jogo de Simulação de Administração de Cidades

⁵ Jogo de Estratégia que Aborda Conteúdo Histórico

o engajamento e a compreensão de história nos estudantes do ensino médio. (COHEN, 2017)

O jogo de educação representa um tipo de processo de aprendizagem experiencial em que a aquisição do conhecimento resulta de interação e feedback em um ambiente divertido e livre de risco. Há muito tempo, professores de escolas, formadores de negócios e educadores de gestão começaram a estudar jogos educacionais, demonstrando a eficácia dos mesmos. Consequentemente, os jogos motivam a aprendizagem, oferecem feedback imediato, consolidam conhecimentos, habilidades de suporte, desenvolvimento e aplicação, ajudam a transferir a aprendizagem e influenciam mudanças no comportamento e atitude. Nesse sentido, os jogos têm elementos em comum com teorias de aprendizagem, como aprendizado construtivista, aprendizagem localizada e aprendizagem colaborativa. (WEI, 2010)

Ao desenvolver jogos educacionais, é importante considerar não só a história e o conteúdo do jogo, mas também introduzir agentes especiais no jogo, que permitiriam gerar informações valiosas do aluno enquanto o mesmo estiver jogando. Portanto, podemos desenvolver jogos para ajudar os professores a analisar o conhecimento, comprometimento, participação social, entusiasmo, comportamento, raciocínio, e assim por diante. Além disso, os jogos têm um excelente potencial para permitir que os alunos sejam abordados em um nível interdisciplinar. Então, os jogos tendem a receber apoio de áreas multidisciplinares, às vezes, mesmo entre aqueles que ao mesmo tempo, estão na mesma área, porém tão separados que não conseguem se comunicar, como arte e futebol. Normalmente, os jogos são utilizados para complementar o trabalho desenvolvido pelo professor e como ferramenta auxiliar ou conjunto de ferramentas para auxílio dos educadores, servindo também de atividade para integrar e ser utilizado como avaliação do que foi absorvido daquele conteúdo. (DIAS, 2016)

Podemos dizer que talvez a maior vantagem dos jogos seja que eles permitem facilmente contextualização de conteúdo, com alto nível de interação e feedback. Em seguida, os alunos podem ser constantemente desafiados e motivados, ajudando, portanto, no desenvolvimento cognitivo, verbal, matemático, lógico, visual e sensorial. (MORENO, 2012) (De OLIVEIRA, 2016) (Da SILVEIRA, 2016) (SOBRINHO, 2016) (TRIBUCCI, 2016)

A jogabilidade é considerada como um dos principais componentes de um jogo. E ela é o núcleo de um jogo e pode ser usada como uma ferramenta de medição para a qualidade deste. Existem dois sistemas que definem a jogabilidade, o sistema que deve receber entrada e produzir saída de acordo com a regra do jogo; e o sistema que deve sempre inspecionar todos os elementos do jogo e avaliar todas as entradas fornecidas pelo jogador. (HARTONO, 2016) Jogos educacionais, quando projetados adequadamente com pensamento de ordem superior e construção de identidade em mente, podem fornecer experiências laboratoriais profundamente significativas para estudantes. (BARKO, 2013)

2.7.1. Conceitos Imersivos (Círculo Mágico e Flow)

O conceito de Círculo Mágico de Huizinga funciona conforme o esquema mostrado na Figura 2.6, quando o jogador começa a jogar e entra em contato com os elementos do jogo (objetivos, regras, mecânica), ele deixa o mundo real e entra no Círculo Mágico, onde suas responsabilidades, questionamentos, problemas, incertezas, dívidas e medos do mundo real deixam de existir naquele espaço, criando uma fronteira, fazendo com que o jogador entre em imersão naquela realidade e narrativa do objeto que está interagindo. Ao voltar para o mundo real, o jogador foi modificado e já não é o mais o mesmo, pois ele traz consigo a experiência gerada no Círculo Mágico e aquilo vira real e significativo em sua mente, os jogos digitais criam essa experiência do Círculo Mágico e isso pode ser muito significativo para aprendizagem. (HUIZINGA, 2012)

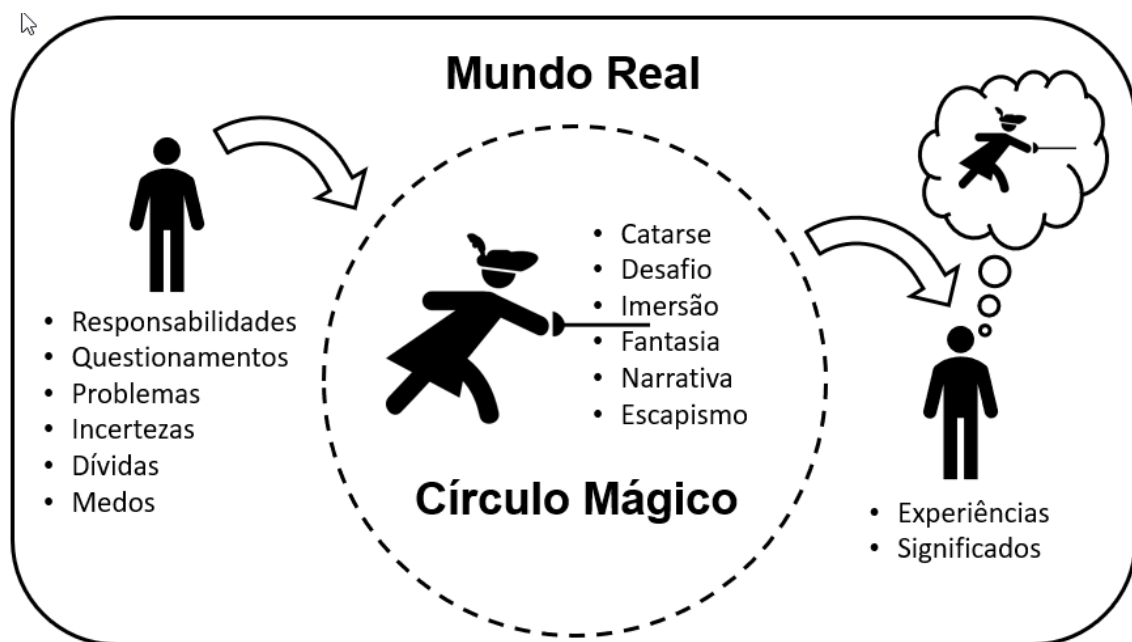


Figura 2.6 – Círculo Mágico de Huizinga

No desenvolvimento de jogos digitais é importante manter a imersão do jogador, até para criar o Círculo Mágico como explicado acima, para isso é necessário manter o Flow. O Estado de Fluxo, ou Flow, vem da teoria do psicólogo Mihaly Csikszentmihalyi, que observou em diversas atividades um estado de alto engajamento e prazer. Aplicando isso a jogos digitais é importante equilibrar o desafio proposto à habilidade do jogador, pois se o jogo propõe muito desafio, porém a habilidade do jogador não acompanha, o mesmo ficará ansioso e isso prejudicará a imersão, da mesma maneira ocorre, se o jogador tiver muita habilidade e o jogo propor pouco desafio, o jogador ficará entediado, o ideal é conseguir manter o estado de Flow do jogador, para o mesmo, ter uma experiência mais prazerosa, assim absorvendo mais conteúdo e experiência. (OLIVEIRA, 2017)

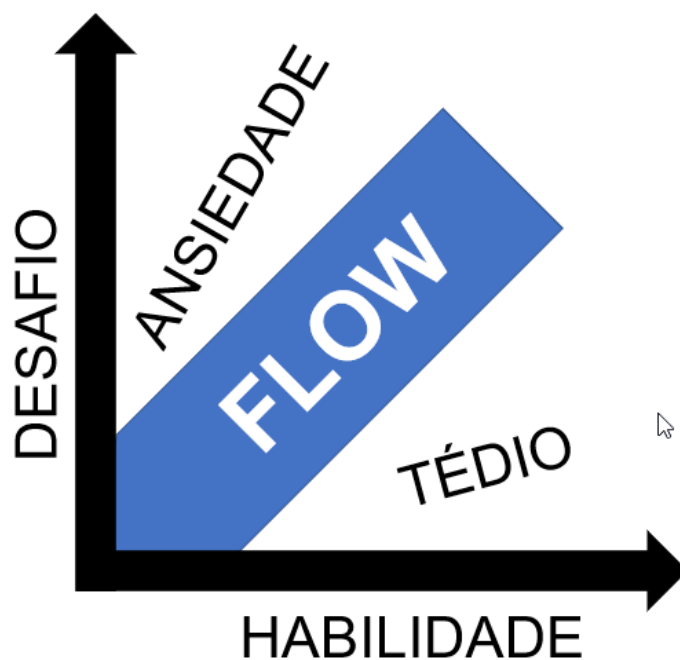


Figura 2.7 – Estado de Flow de Mihaly Csikszentmihalyi

3. USANDO UM VETOR DE CONHECIMENTO PARA AVALIAR O PERFIL DE CONHECIMENTO – UMA PROPOSTA

Com a intenção de se beneficiar do avanço da tecnologia e a implementação dessas na educação para ajudar o professor, buscamos com essa proposta ajudar em uma melhor avaliação do aluno, com o objetivo de facilitar o acompanhamento do mesmo, e com isso detectar possíveis dificuldades ou problemas em determinado assunto. Nesta seção, apresentamos um método para gerar uma classificação de perfis de conhecimento dos alunos com base em jogos digitais educacionais. Nossa proposição baseia-se na determinação de um vetor de perfil de conhecimento que é definido para uma determinada área do conhecimento, mas também pode ser avaliado como fornecendo impacto de aprendizagem cruzada em outras áreas temáticas. Esses vetores são usados para caracterizar os jogos digitais educativos. Então, o desempenho do aluno ao jogar os jogos será usado para classificá-lo em relação a vários modelos de referência.

3.1. O Vetor de Conhecimento

A avaliação do conhecimento do aluno será realizada através do uso de um Vetor de Conhecimento que representa o jogo digital como uma espécie de assinatura de conhecimento para esse jogo. Como uma abordagem geral, podemos supor que um jogo ideal poderá, quando jogado, retornar ao aluno uma compreensão completa sobre os assuntos a serem abordados. Então, seu vetor de conhecimento teria valor 1 (100%) para todas as suas dimensões. O número de dimensões dependerá das áreas de assunto que os educadores desejam analisar com um determinado conjunto de jogos. Em geral, para o estudo que estamos desenvolvendo, consideraremos as seguintes dimensões: (1) Português; (2) Matemática; (3) Biologia; (4) História; e (5) Química. Outras abordagens podem usar mais dimensões e tratar mais áreas temáticas. Os Vetores de Conhecimento que são mais dependentes da área de conhecimento tendem a ter valores mais altos em sua área principal e apresentam

valores baixos, ou mesmo zero, em suas dimensões menores, por exemplo: podemos ter um vetor de conhecimento só de cálculos matemáticos, ou conjugação verbos no português.

Para caracterizar completamente o Vetor de Conhecimento, é necessário definir sua: dimensão; classificação (valores de cada dimensão); e importância (o peso do vetor de conhecimento de um determinado objeto de aprendizado terá na montagem do conhecimento total). O valor da importância pode ter um peso padrão por objeto de aprendizagem, ou definida individualmente pelo professor.

O conhecimento específico que um aluno pode ganhar com um determinado vetor de conhecimento do objeto de aprendizado também deve ser definido. Assim, podemos definir em que circunstâncias o aluno pode obter os melhores resultados ao jogar um jogo. Quando um determinado jogo é jogado várias vezes, como o ganho de conhecimento do aluno deve ser quantificado? Neste caso, podemos atribuir o conhecimento do aluno neste objeto de aprendizagem (o jogo em consideração). Assim, definimos o "Learning Object Knowledge" (LOK). Ter um conhecimento perfeito de um objeto de aprendizagem não significa que você tenha uma excelência na área do assunto que ele representa, isso indica que você domina aquele objeto de aprendizagem, mas não necessariamente todo o conteúdo que ele aborda. Entre a pontuação do aluno para um conjunto de LOK e uma declaração de conhecimento para esse aluno, há um longo caminho de discussões, definições e, possivelmente, muito LAK. Mas este é um caminho que queremos seguir. Neste capítulo, apresentamos as primeiras discussões e definições em uma metodologia que acreditamos poder gerar maior visibilidade sobre esse assunto. A seguir descreveremos com mais detalhes o funcionamento do vetor.

Inicialmente iremos definir quais áreas do conhecimento entraram no nosso vetor, neste caso serão as mesmas já citadas anteriormente e se encontram elencadas abaixo:

1. Português;
2. Matemática;
3. Biologia;
4. História;
5. Química;

Classificação: Cada objeto de aprendizagem pode ser classificado como pertencendo a uma ou mais áreas do conhecimento. Esta classificação se dará pela definição de um vetor de N dimensões, onde N é o número de áreas do conhecimento.

Dimensões do Vetor: Cada dimensão do vetor é um número real ao qual se pode atribuir um valor de 0 a 10, que corresponderá à “importância” daquela dimensão no objeto de aprendizagem. Por isso, chamaremos este vetor de “vetor importância” e o designaremos por $\hat{v}_i$.

Vetor Importância: Seja p_k a importância, ou peso, da k -ésima dimensão do vetor $\hat{v}_i$ para determinado objeto de aprendizagem. Então, o vetor importância para este objeto será (1) onde (2), o que faz de $\hat{v}_i$ um vetor unitário.

$$\hat{v}_i = \frac{1}{p} [p_1, p_2, \dots, p_k, \dots, p_N] \quad (1)$$

$$p = \frac{\sqrt{p_1^2 + p_2^2 + \dots + p_k^2 + \dots + p_N^2}}{N} \quad (2)$$

Conhecimento do Objeto de Aprendizagem: Para se obter o vetor de conhecimento do aluno para o j -ésimo objeto de aprendizagem deve-se considerar o número de vezes que o aluno executou o objeto e os resultados de cada execução.

Vamos supor que um aluno executou M vezes o objeto j e em cada execução o desempenho foi α_{jq} onde (3) e q refere-se à q -ésima execução do objeto (4).

$$0 \leq \alpha_{jq} \leq 1 \quad (3)$$

$$1 \leq q \leq M \quad (4)$$

Assim, vamos definir o fator de desempenho α_{jq} pela relação iterativa (5), se (6) e (7) se (8), onde k é um número de ajuste de desempenho escolhido de forma que (9).

$$\alpha_j^q = \alpha_{j^1} \quad (5)$$

$$M = 1/q = 1 = 2 \quad (6)$$

$$\alpha_j^q = \alpha_j^{q-1} + k(1 - \alpha_j^{q-1})\alpha_{jq} \quad (7)$$

$$M > 1, q = 2, 3, \dots, M \quad (8)$$

$$0,5 < k < 1 \quad (9)$$

Então, poderemos definir o vetor conhecimento para aquele objeto por (10).

$$\acute{c}_j = \alpha_j^M \acute{v}_{lj} \quad (10)$$

Vetor Conhecimento do Aluno: Seja $\acute{c}_j$ o vetor de conhecimento do aluno sobre o j -ésimo objeto de aprendizagem e seja j peso deste objeto em determinada métrica, de construção de conhecimento do aluno, estabelecida por especialistas. Então, o conhecimento do aluno extraído da execução dos objetos de aprendizagem (supondo que a métrica proponha a execução de L objetos) para aquela métrica específica será (11).

$$\acute{c}_\xi = \sum_{j=1}^L \beta_j c_j \quad (11)$$

3.2. Desenvolvimento

A diferença de linguagem tecnológica entre os alunos e os professores nos dias atuais tem criado barreiras de difícil superação tanto para os alunos quanto para os professores. Os resultados são sentidos não apenas nas escolas, mas na continuidade da vida do estudante, em particular daqueles que querem dar continuidade aos seus estudos aventurando-se pelo ensino superior. Construir pontes de linguagem tecnológica, em particular levando os elementos da tecnologia moderna para o dia a dia da sala de aula, é uma das abordagens para permitir a superação destas dificuldades.

A criação de jogos educacionais que possibilitem a imersão do educando no conteúdo didático proposto pelo professor dentro do contexto da disciplina explorada, a fim de educar de uma forma lúdica e interativa, e ao mesmo tempo traz o professor como condutor do processo educacional dentro do próprio jogo pode se revelar um elemento importante para aproximar estes dois polos fundamentais da educação, o aluno e o professor. Jogos desta natureza devem possuir algumas importantes características. Primeiro, mesmo tendo como pano de fundo conceitual a temática educacional, o jogo educacional deve se comportar apresentando todos os atrativos de um jogo computacional comum. Segundo, o jogo deve permitir que todas as transações relevantes para a identificação do desempenho educacional do aluno possam ser identificadas e extraídas durante a execução do jogo. Finalmente, o professor deve poder dirigir a aplicação do jogo aos seus alunos e possuir ferramentas que o permitam interpretar as informações coletadas com o jogo.

Foi desenvolvido um jogo de labirinto, em 3D, onde o estudante (jogador) precisa encontrar a saída. Para encontrar o caminho correto, durante o percurso no labirinto, são expostos diversos desafios e conteúdos ao estudante. A resposta certa leva à continuidade do caminho em direção à saída, mas a resposta errada leva a um ramo sem saída do labirinto, que obriga o estudante a retroceder. O estudante deverá continuar com os desafios até encontrar a saída. Superando os desafios, o estudante acumulará pontos de acordo com a forma como cada desafio é superado.

O labirinto se revela um jogo simples, mas muito poderoso. Através dele os educadores poderão testar conhecimentos fazendo inclusive uso de conceitos metafóricos para experimentar com a acuidade intelectual do estudante. Como o aluno tem sempre que encontrar a saída, o erro nunca é definitivo. Em cada saída o estudante poderá ter seus conhecimentos testados mais de uma vez. Assim, “o erro poderá ensinar”.

Para criação e teste do vetor, foi desenvolvido este jogo onde as respostas às perguntas, indicam os caminhos corretos, ou seja, com raciocínio ágil é possível evitar o erro do caminho, assim terminar o mesmo mais rápido. Durante o percurso do jogador, serão coletados diversos dados para serem processados e gerar o vetor de conhecimento bem como outras informações.

Utilizando o labirinto podemos colocar informações metafóricas em prática, ou seja, mesmo que o aluno erre, ele pode aprender com o erro, voltar e conseguir chegar no final do caminho com a solução do problema, sendo assim estimulado a sempre tentar de novo até conseguir todas as respostas corretas.

Para desenvolver o objeto de aprendizagem, que neste caso é o jogo de labirinto, utilizamos o Unity. O Unity 3D (Figura 3.1) é um motor de jogos multiplataforma desenvolvido pela Unity Technologies. No site da empresa é possível encontrar números que mencionam que essa ferramenta é a mais utilizada no momento para o desenvolvimento de jogos digitais, por isso foi a escolhida para a execução do nosso projeto.

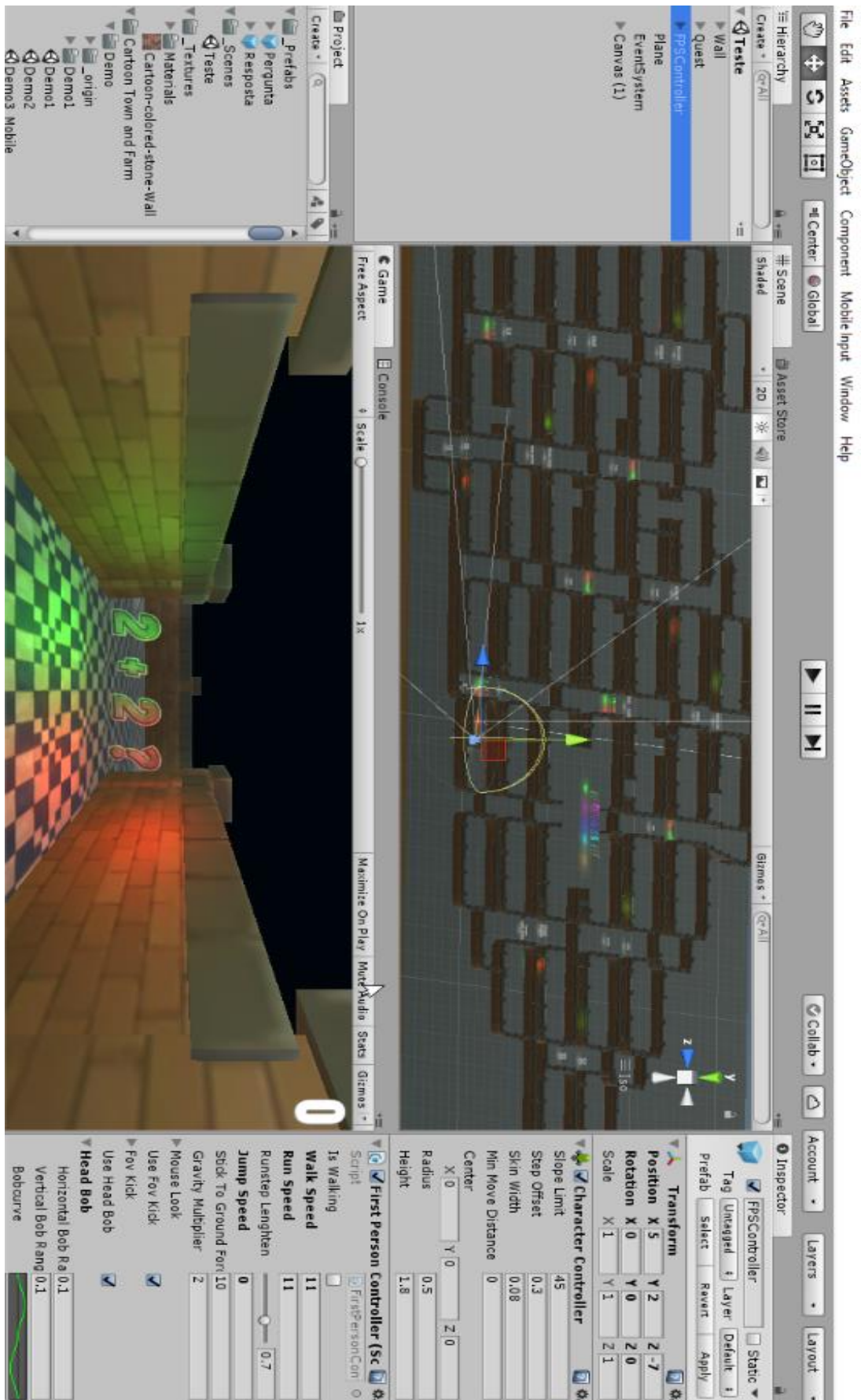


Figura 3.1 – Unity 3D no ambiente de desenvolvimento do Labirinto 3D.

O Labirinto funciona da seguinte forma, todo final de corredor tem uma pergunta, as alternativas são os caminhos a serem seguidos como mostra a Figura 3.2.



Figura 3.2 – Labirinto 3D perguntas e respostas.

A escolha da resposta certa indica o caminho correto, ao acertar a pergunta é o jogador poderá continuar seu caminho no labirinto e a resposta ficará em destaque como mostra a Figura 3.3, para informar do acerto e assim poder prosseguir o caminho pelo labirinto.



Figura 3.3 – Labirinto 3D alternativa correta.

Caso o jogador erre a alternativa e escolha o caminho errado, receberá um feedback negativo, este feedback negativo é se encontrar em corredor sem saída, tendo como a única alternativa regressar e responder novamente a última questão, buscando assim encontrar da resposta correta que leva a continuidade do labirinto. A alternativa do caminho que foi escolhida erroneamente, se transforma automaticamente na mesma pergunta respondida, ou seja, no caminho de volta se deparará com a mesma pergunta que tinha escolhido a resposta errada, porém agora terá menos uma alternativa, que foi o caminho escolhido anteriormente.

Foi desenvolvida uma comunicação entre o jogo e o Edukas, que é o servidor, um LSM desenvolvido em PHP, utilizando MVC, descrito anteriormente neste trabalho, nele os dados são computados e são gerados as informações para montar o Vetor Conhecimento do Aluno.

Todos os dados de interação com o labirinto são guardados e enviados para Edukas (Figura 3.4), que irá processar os dados do jogador para posteriormente criar o Vetor de Conhecimento do Aluno. Esses dados incluem acertos, erros, tempo decorrido para a escolha das respostas entre outros.

A ideia é levantar todas as informações de interação dos jogadores com o objeto de aprendizagem para assim fornecer para o educador informações sobre a interação do educando, a fim de auxiliar no ambiente de educação.

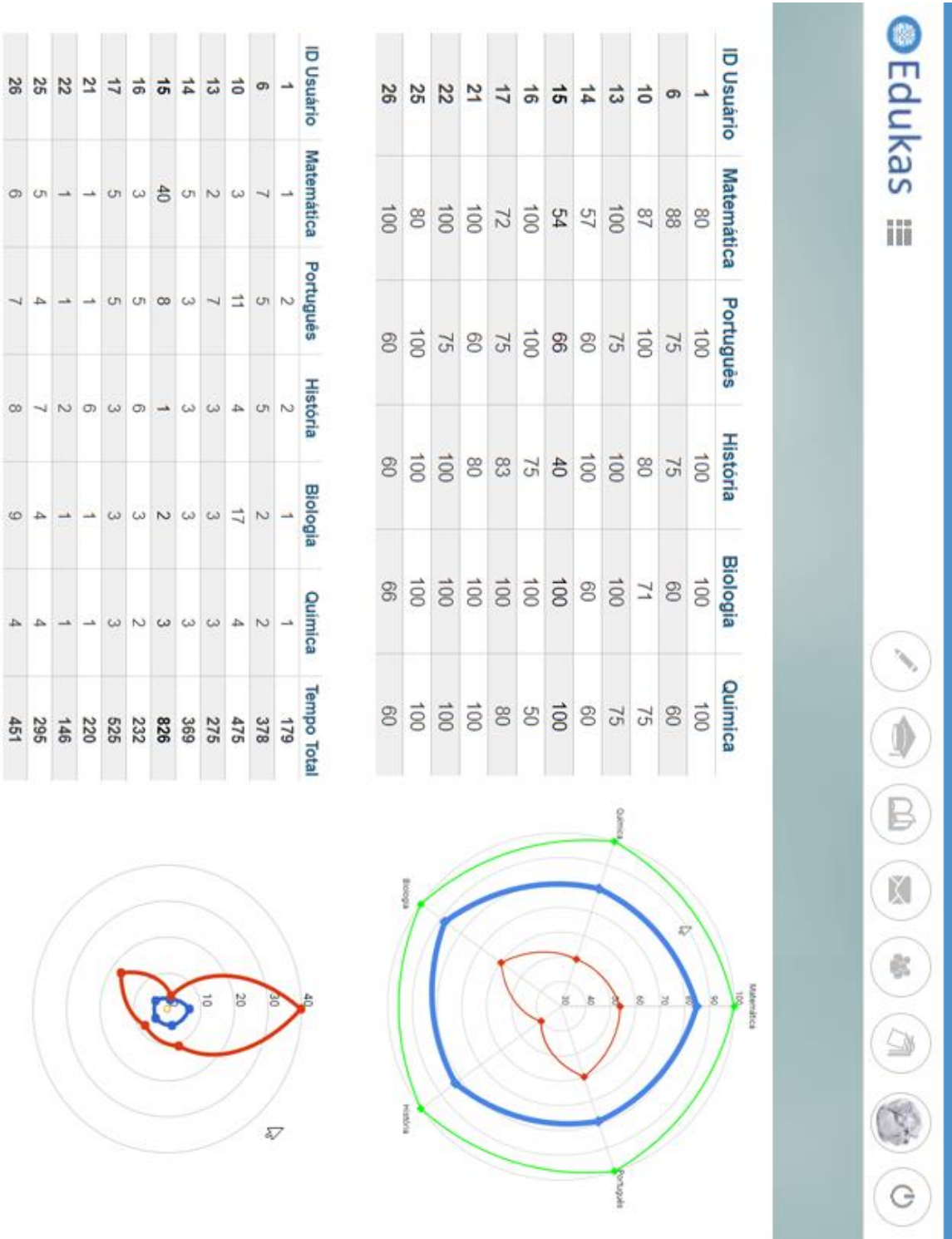


Figura 3.4 – Edukas plataforma LSM onde é gerado o Vetor de Conhecimento

4. RESULTADOS

Como uma validação inicial para nossa proposta, o Labirinto 3D foi publicado em uma plataforma on-line e anunciado para um grupo de pessoas convidadas a jogar o jogo. Foi enviado uma série de convites por meio de comunicações online a fim de encontrar os jogadores para testar o jogo desenvolvido. Como a proposta era testar o algoritmo utilizando o jogo (objeto de aprendizagem) e não um público pré-definido de faixa etária, conhecimento prévios e outros pré-requisitos, os participantes foram escolhidos aleatoriamente, pois essas informações não foram julgadas necessárias para essa primeira validação. No total foram convidados 26 jogadores, porém nos dados dessa análise, só constam os jogares que realmente jogaram.

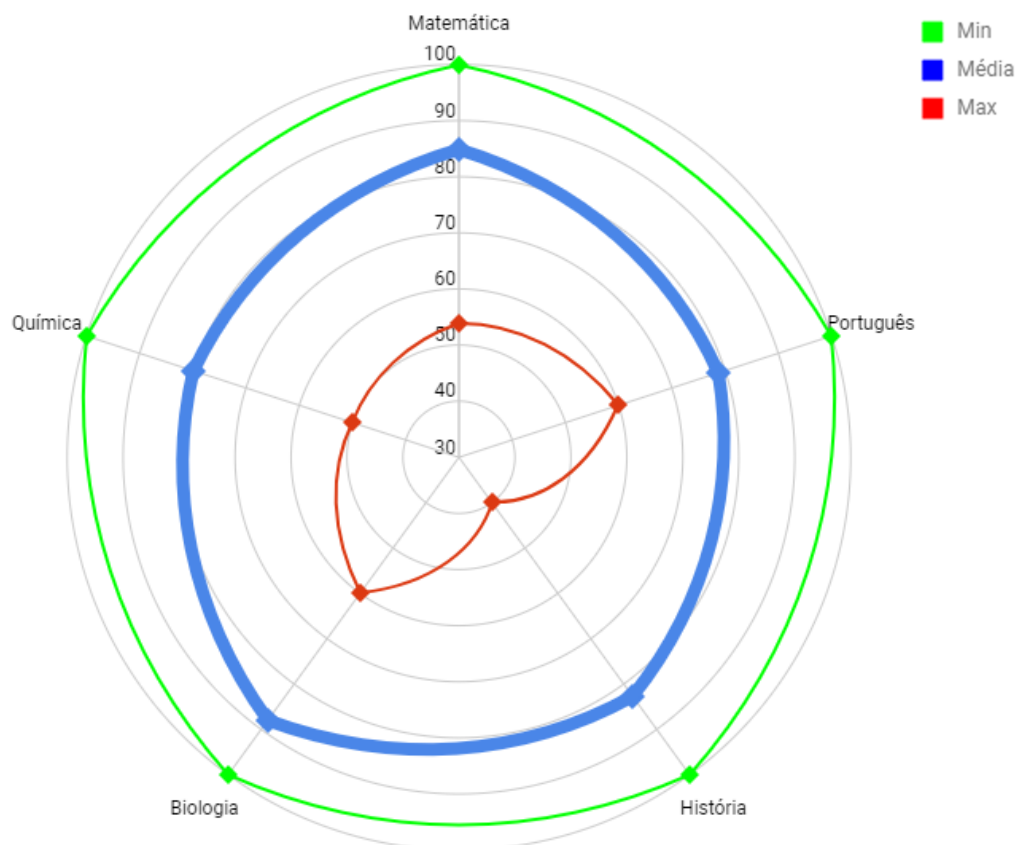


Figura 4.1 – Gráfico de Desempenho - Pior, Média e Melhor.

O gráfico da Figura 4.1 mostra a média de desempenho dos jogadores (linha azul), os maiores (linha verde) e os menores (linha vermelha) desempenhos para base de comparação. No jogo do labirinto foi utilizado conteúdo de 5 matérias sendo elas: Biologia, História, Matemática, Português e Química. Analisando o gráfico, podemos verificar que praticamente todas as disciplinas tiveram médias em torno 80 pontos, com exceção de Biologia que teve média entre os 90 pontos. Todas as disciplinas tiveram presença de notas máxima alcançando os 100 pontos, na linha de piores desempenhos, podemos notar um desempenho mais baixo em História que ficou na faixa de 40 pontos. Nas outras disciplinas a pior nota variou entre 50 e 60 pontos.

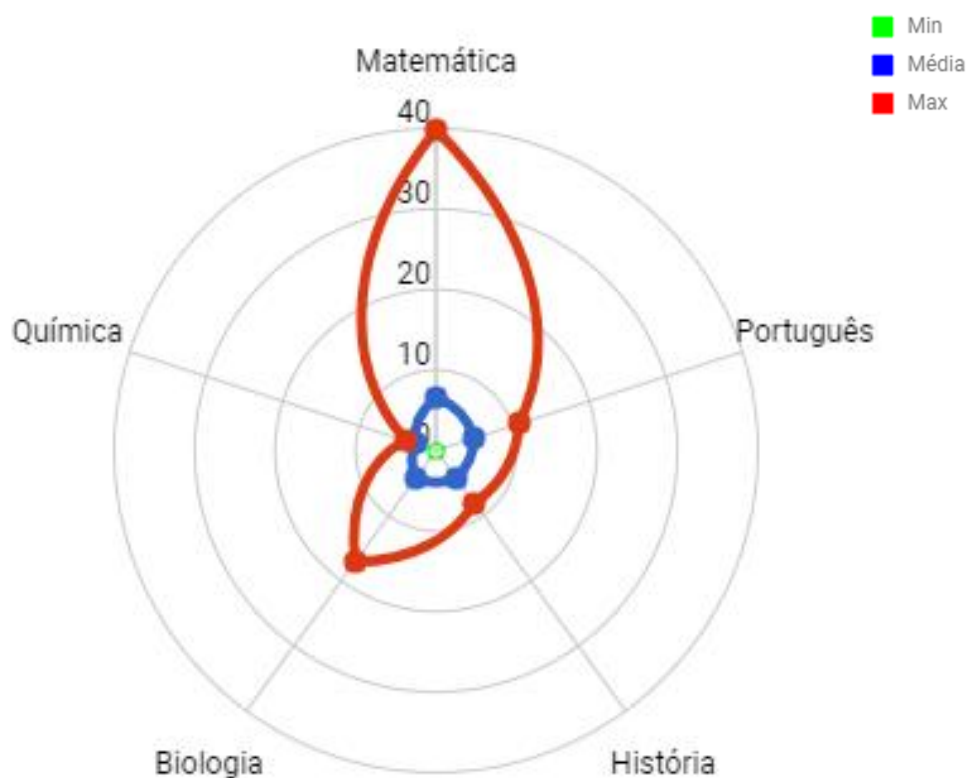


Figura 4.2 – Gráfico de Tempo Médio por Questão - Pior, Média e Melhor.

No tópico do tempo médio por questão, como vemos no gráfico da Figura 4.2 a análise da média, dos piores e melhores desempenhos em segundos. A média ficou próxima dos 5 segundos por questão. Os melhores desempenhos ficaram próximos

de 1 segundo. Os piores de cada matéria ficaram próximos de 10 a 20 segundos, tirando matemática que podemos verificar um caso que levou mais tempo para completar, ficando na casa dos 40 segundos.

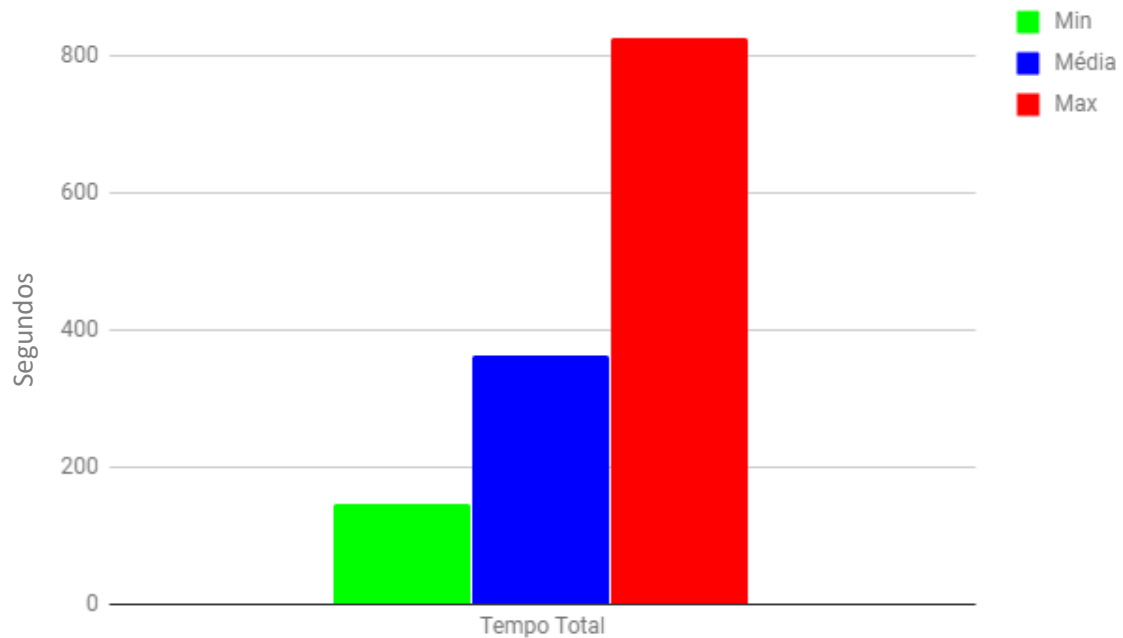


Figura 4.3 – Gráfico de Tempo Total - Pior, Média e Melhor.

Na Figura 4.3, temos o Gráfico do Tempo Total, mostrando o tempo total mínimo em verde, a média em azul e o máximo em vermelho. Levando em conta a comparação da média do tempo total 364 pontos, como o mínimo 146 pontos e a média do máximo 826 pontos, podemos verificar que a média ficou mais próxima do tempo mínimo do que do máximo.

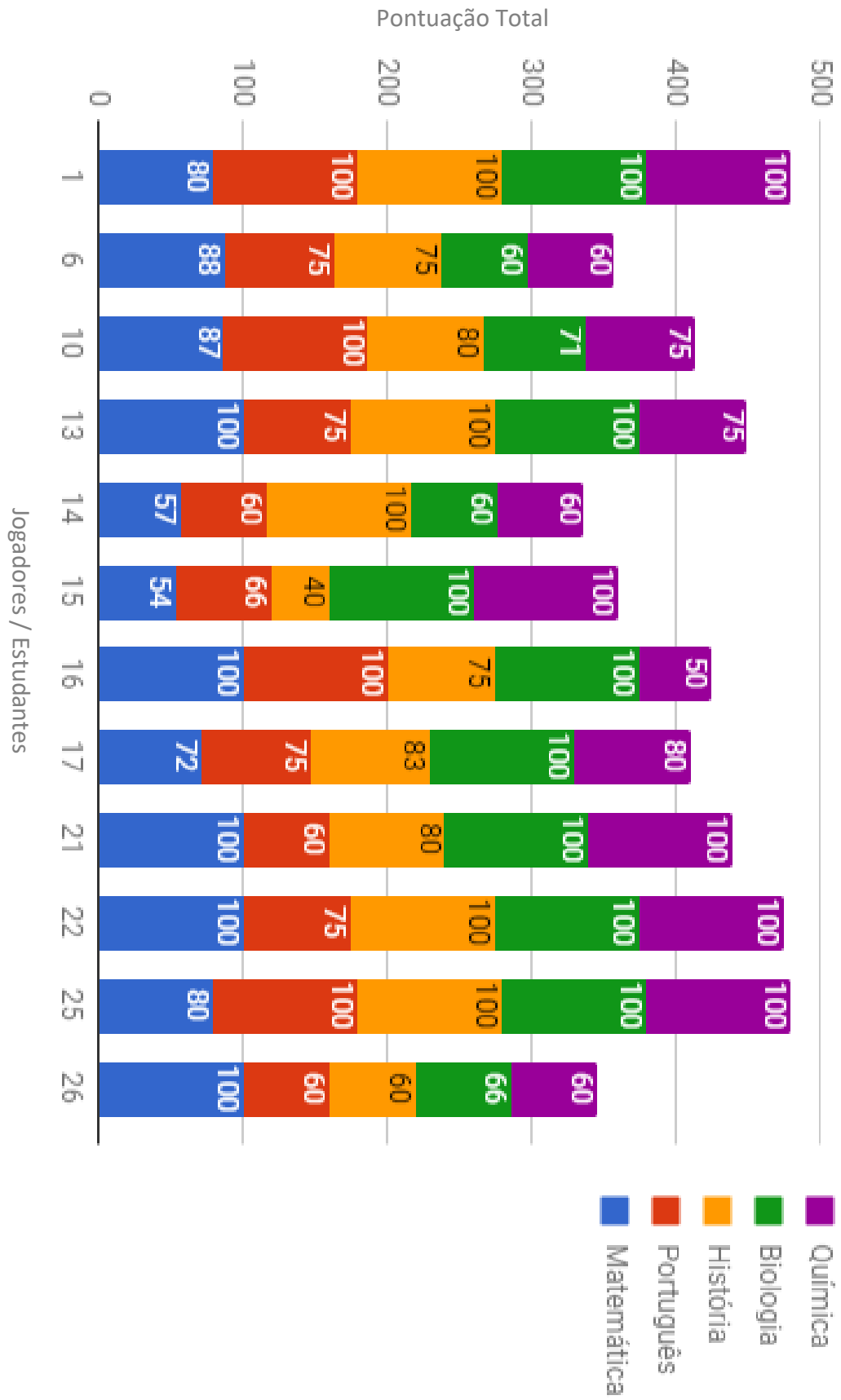


Figura 4.4 – Gráfico de Desempenho - Jogadores.

No gráfico da Figura 4.4, temos o desempenho de todos os jogadores que terminaram o labirinto, tanto a pontuação total, como a pontuação individual por área do conhecimento. Pode-se verificar que os jogadores 1, 13, 16, 21, 22 e 25 foram os melhores conseguindo acertar de primeira pelo menos em 3 matérias. Os piores foram os jogadores 6, 14, 15 e 26, que ficaram abaixo dos 400 pontos no total. O pior desempenho geral foi o jogador 15 na disciplina de História com 40 pontos, que também teve o pior desempenho em Matemática.

Para efeito de comparação com o gráfico da Figura 4.4, o gráfico da Figura 4.5 traz o tempo médio por matéria de cada jogador. Podemos verificar que o que tiveram o maior tempo, não obtiveram um desempenho tão bom, quanto os que tiveram um tempo baixo, isso pode sugerir que os jogadores que foram melhores já tinham pleno conhecimento dos conteúdos, respondendo rápido e acertando na primeira tentativa. O que mais chama atenção foi o jogador 15 que teve um tempo grande em Matemática, e o jogador 10 com tempos altos em Português e Biologia. Os Jogadores 1 e 22 foram os mais rápidos, inclusive com bom desempenho de pontuação.

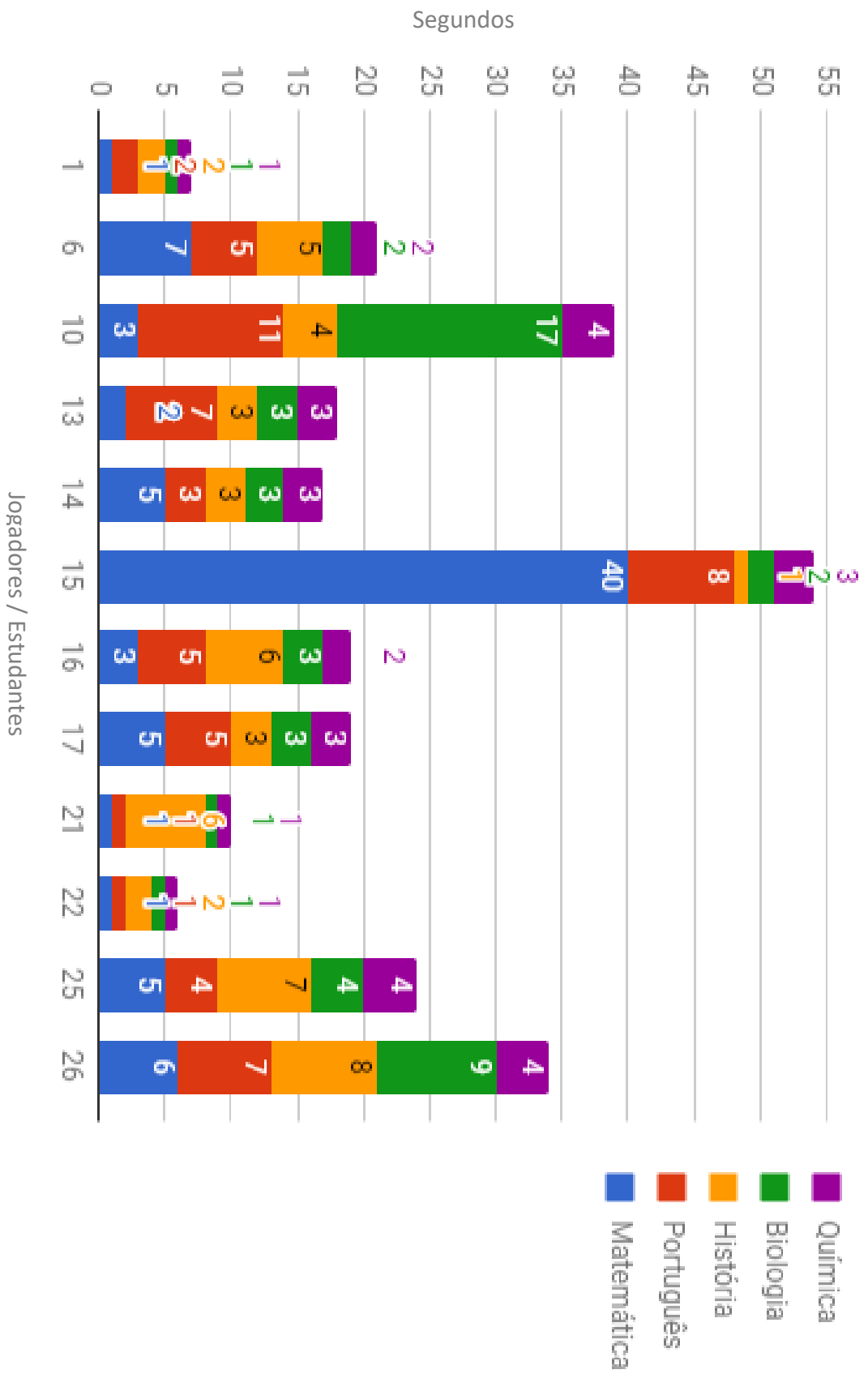


Figura 4.5 – Gráfico de Tempo Médio - Jogadores.

Para analisar melhor um caso, vamos pegar o gráfico da Figura 4.6, que é a comparação da pontuação do jogador 15 e a média geral dos jogadores. Onde a linha azul representa a média e a linha roxa é o jogador. Escolhemos ele porque foi o que teve o pior desempenho em História e Matemática.

Podemos verificar que apesar de ter ido mal em História e Matemática, gabaritou Química e Biologia, porém não teve um desempenho tão bom em Português, sendo também uma das piores notas.

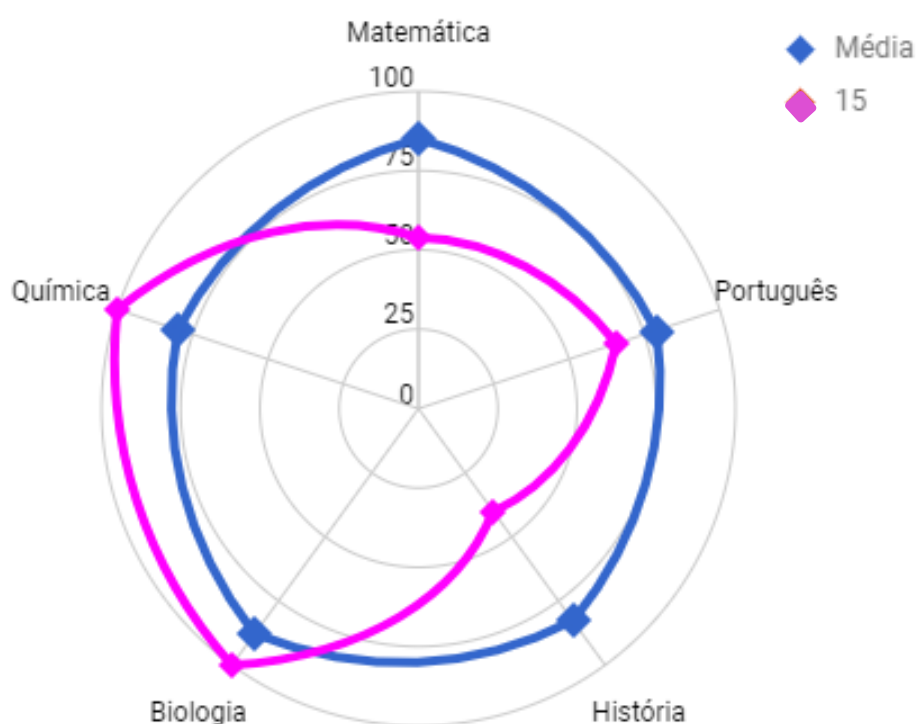


Figura 4.6 – Gráfico de Desempenho - Média e Jogador.

Outra informação que podemos analisar deste jogador é o gráfico que consta na figura 4.7, nele consta o tempo médio de resposta, ou seja quanto tempo durou em média a ação por questão de cada disciplina, como os gráficos anteriores, o azul mostra a média geral dos jogadores, enquanto a vermelha é o jogador nosso exemplo que foi mal em História, Português e Matemática, o jogador 15.

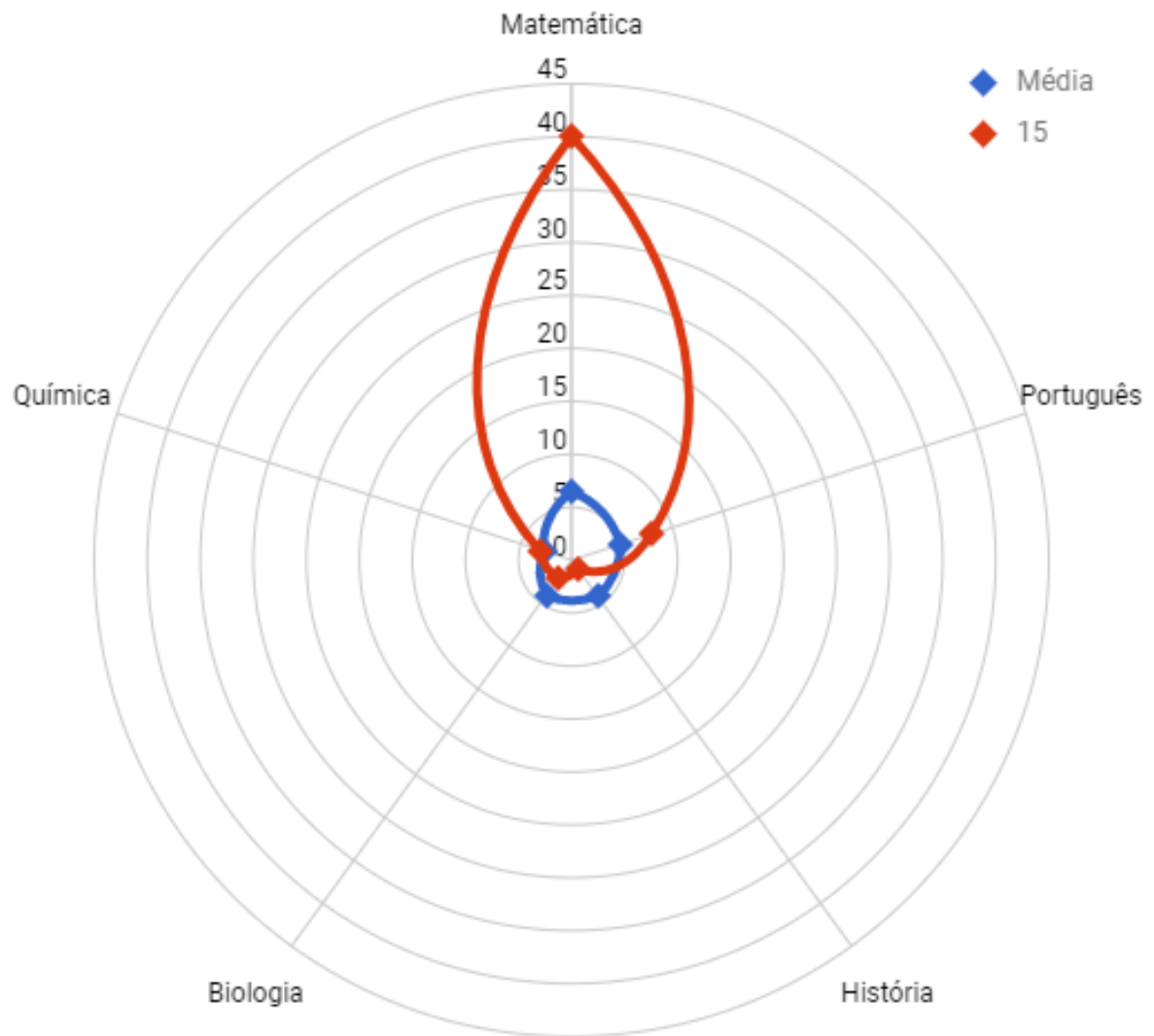


Figura 4.7 – Gráfico de Tempo Médio por Questão - Média e Jogador.

Pode-se verificar que o tempo médio gasto por ele é bem inferior à média dos outros jogadores, o que pode sugerir que o mesmo não prestou muita atenção, escolhendo caminhos aleatórios assim errando significativamente no decorrer do labirinto. Com exceção de Português e principalmente Matemática, onde teve um gasto de tempo maior do que a média, principalmente matemática, onde teve o maior tempo registrado.

5. CONCLUSÃO

Neste trabalho, apresentamos uma metodologia inovadora, propomos um procedimento simples para gerar um perfil de conhecimento do aluno com base na sua performance ao jogar vários jogos educacionais. A metodologia também envolve a proposição de vetores de conhecimento sobre os quais o perfil geral de conhecimento do aluno pode ser sugerido. Buscamos com isso auxiliar o professor na melhor avaliação do aluno, com o objetivo de contribuir com uma forma eficiente de acompanhamento e contribuição no processo de ensino e aprendizagem.

Para testar nossa proposição, desenvolvemos um jogo digital educacional, o Labirinto 3D, a estrutura deste jogo permite uma fácil implementação em diversas plataformas, principalmente de ensino a distância, pois possibilita a customizações conforme o conteúdo que se deseja abordar além de coletar dados de uso do jogador, possibilitando assim uma avaliação do jogador estudante. Como o projeto utiliza algumas tecnologias emergentes digitais, isso agrega inovações nesse processo de ensino aprendido.

Esse projeto busca contribuir na diminuição da distância entre professores e alunos, que em sua maioria são de gerações distintas. A ideia é trazer para o ambiente educacional elementos que os alunos estão acostumados a vivenciar em seu dia a dia, tais como as tecnologias de jogos. O jogo também permite a expansão das formas de associar os alunos com processos de conquista de conhecimento, como o jogo passa a proporcionar. O professor também adquire um instrumento adicional para receber informações sobre o conhecimento e aprendizagem do aluno, pois será possível obter relatórios de resultados do jogador durante seu percurso dentro do jogo.

Ao aplicarmos a um grupo de usuários, convidados na Internet para testar o jogo, foi possível obter diversos números sobre a utilização do método e jogo e conseguir dessa forma tirar algumas informações. Os resultados sugerem que os pressupostos que apresentamos neste trabalho podem ser testados usando esta metodologia, servindo como auxílio aos educadores durante o projeto de ensino e aprendizagem.

Utilizando novas tecnologias, acreditamos que além de diminuir a distância entre o aluno e professor, contribuirá no sincronismo entre os dois, pois estando em sintonia, o ambiente educacional só tem a crescer. A utilização de jogos digitais e outros objetos de aprendizagens modernos tendem a enriquecer cada vez mais esse caminho.

Os resultados dos testes contribuem para identificar vários aspectos interessantes ao trabalho, primeiramente é importante citar o feedback de alguns jogadores falando sobre diversão com o jogo, ou seja, eles não o encararam apenas como um objeto de aprendizagem, mas algo com que os entretém. Alcançando assim um dos objetivos do trabalho que era criar algo que fosse divertido e causasse imersão no jogador ao mesmo tempo que oferece conteúdo, gerando assim o estado de Flow.

Outro dado obtido é o fato de coletar informação sobre os resultados quantitativos do uso do jogo, e com isso encontra possíveis problemas com os educandos, a fim de poder corrigir este déficit.

Como trabalho futuro seria interessante replicar este estudo e desenvolvimento de jogos multidisciplinares e educacionais, para outro nível, buscando criar uma forma de plataforma onde os alunos, possam experimentar diversas atividades em uma espécie *sandplay*⁶ da educação. Com isso seria possível aprofundar mais na prática sobre cada técnica, além de causar uma motivação e imersão ainda maiores nos jogadores.

⁶ Jogo de mundo aberto, onde é possível executar várias ações

6. REFERÊNCIAS

- ABDELALI, Slimani et al. Education data mining: Mining MOOCs videos using metadata based approach. In: Information Science and Technology (CiSt), 2016 4th IEEE International Colloquium on. IEEE, 2016. p. 531-534.
- BAKHSHINATEGH, B., Zaiane, O. R., ElAtia, S., & Ipperciel, D. Behdad. Educational data mining applications and tasks: A survey of the last 10 years. *Education and Information Technologies*, p. 1-17, 2017.
- BARKO, Timothy; SADLER, Troy D. Practicality in virtuality: finding student meaning in video game education. *Journal of Science Education and Technology*, v. 22, n. 2, p. 124-132, 2013.
- COATES, G. Program from Invisible Site-a virtual sho, a multimedia performance work presented by George Coates Performance Works. San Francisco, CA, 1992.
- COHEN, Michael A.; NIEMEYER, Greg O.; CALLAWAY, Duncan S. Griddle: Video Gaming for Power System Education. *IEEE Transactions on Power Systems*, v. 32, n. 4, p. 3069-3077, 2017.
- CORREIA, Leandro; CAYRES, Victor; RAMOS, Rosemary. Fundamentos de Jogos em Abordagens Educacionais: Um Retrato da Motivação do Aluno Jogador. SBGAMES 2016
- DE OLIVEIRA, Thâmilys Marques; BITENCOURT, Ricardo; MONTEIRO, Willmara Marques. Experiências com Gamificação no Ensino de Computação para Jovens e Adultos no Sertão Pernambucano. 2016
- DE PAULA, Fabiano Rodrigues; DA PENHA FÁVERO, Rutinelli; VASCO, Centro Estadual de Educação Técnica. A gamificação da educação na compreensão dos profissionais da educação. 2016
- DE SOUZA, Givanaldo Rocha et al. Brasil Ball-A Jornada: um jogo digital sobre a História do Brasil. 2016
- DOS SANTOS, Romualdo Monteiro. Sócrates e Vygotsky: Contribuições para a Prática Docente. *Revista Opinião Filosófica*, [S.l.], v. 5, n. 2, fev. 2017. ISSN 2178-1176. Disponível em: <<http://periodico.abavaresco.com.br/index.php/opiniaofilosofica/article/view/373>>. Acesso em: 2 nov. 2017.
- DIAS, Cynthia Macedo et al. Construção de jogos e aprendizagem nos artigos da SBGames: onde Design e Educação se encontram?. 2016
- EDTECHREVIEW. What is Learning Analytics. Disponível em: <<http://edtechreview.in/edtechreview.in/index.php/dictionary/391-what-is-learning-analytics>>. Acesso em: 01 out. 2017.
- EDTECHREVIEW. What is Educational Data Mining. Disponível em: <<http://edtechreview.in/dictionary/394-what-is-educational-data-mining>>. Acesso em: 01 out. 2017.

ERICSSON. Annual Report 2015. Disponível em: <<https://www.ericsson.com/res/investors/docs/2015/ericsson-annual-report->

FERRARI, Márcio. Pensar a escola, uma aventura de 2500 anos. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/1823/pensar-a-escola-uma-aventura-de-2500-anos>>. Acesso em: 01 nov. 2017.

HARTONO, Meilani Candramata, M. A., Adhyatmoko, K. N., & Yulianto, B. Math Education Game for primary school. In: Information Management and Technology (ICIMTech), International Conference on. IEEE, 2016. p. 93-96.

HUIZINGA, J. 2012 HOMO LUDENS: O Jogo como elemento da cultura. São Paulo, Editora Perspectiva.

JÓFILI, Zélia. Piaget, Vygotsky, Freire e a construção do conhecimento na escola. In: D, 2., 2002, Pernambuco. Departamento de Educação, 2002. v. 2, p. 191 - 208. Disponível em: <<https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/7560/7560.PDF>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

KAUFMANN, Hannes. Collaborative augmented reality in education. Institute of Software Technology and Interactive Systems, Vienna University of Technology, 2003.

KIRNER, Claudio; TORI, Romero. Realidade Virtual: Conceitos e Tendências. São Paulo - Sp: Mania de Livro, 2004.

KIRNER, Carlos. Evolução da realidade virtual no Brasil. In: X Symposium on Virtual and Augmented Reality. 2008. p. 1-11.

Kirner, C. e Kirner, T.G. (2009), "Realidade Virtual e Realidade Aumentada Potencializando as Ações do Usuário no Mundo Real", Diálogo (Canoas), p. 1-20.

KIRNER, C. Realidade Virtual e Aumentada, Acesso em Abril de 2016, Disponível em <<http://www.realidadevirtual.com.br>>.

KIRNER, Carlos. Evolução da realidade virtual no Brasil. In: X Symposium on Virtual and Augmented Reality. 2008. p. 1-11.

KRUEGER, Myron W. Artificial reality. 1983

MCLUHAN, Marshall. Os meios de comunicação: como extensões do homem. Editora Cultrix, 1974.

MOITA, Filomena. Juventude e Jogos Eletrônicos: Que currículo é esse?. 2002. Disponível em: <<http://bocc.ubi.pt/pag/moita-filomena-jogos-electronicos.pdf>>.

MORENO, Julián. Digital competition game to improve programming skills. Journal of Educational Technology & Society, v. 15, n. 3, p. 288, 2012.

NAVIA, Tumbajoy. Cidade inteligente: modelo organizacional e tecnologias a partir de uma perspectiva de dados urbanos. 2016.

OLIVEIRA, Fabiano Napolini de. Entendendo a diversão nos jogos digitais. Disponível em: <<http://www.fabricajogos.net/posts/artigo-entendendo-a-diversao-nos-jogos-digitais/>>. Acesso em: 01 nov. 2017.

RIEDO, Cássio Ricardo Fares; GARCIA, Marta Fernandes; SILVA, Dirceu da. O programa Universidade da Unicamp e a modalidade MOOC. *Revista de Estudos Aplicados em Educação*, v. 2, n. 3, 2017.

ROMERO, Cristóbal; VENTURA, Sebastián. Educational Data Mining: A Review of the State of the Art. Córdoba. out. 2010.

SANTOS, Vinicius Dantas; DOS SANTOS, Erika Raquel Silva; BITENCOURT, Ricardo. Counter Strike no ensino de Redes de Computadores. 2016

SOBRINHO, Maria Eliane et al. Game Serra Pelada: Projeto Implementação e Avaliação de um Jogo Educativo para o ensino de Geometria para Alunos do 9 do Ensino Fundamental. SBC – Proceedings of SBGames 2016

SIEMENS, George; D BAKER, Ryan SJ. Learning analytics and educational data mining: towards communication and collaboration. In: Proceedings of the 2nd international conference on learning analytics and knowledge. ACM, 2012. p. 252-254.

TRIBUCCI, Meire Cristina Correa Pontes; MATTAR, João. Redes sociais, games e gamificação no ensino de inglês: estudo de caso. SBC – Proceedings of SBGames 2016

TSAI, Meng-Han et al. Game-based education for disaster prevention. *AI & society*, v. 30, n. 4, p. 463-475, 2015.

WEI, Zhaozhi, Li, L., Zhu, J., & Chi, Z. Games for service science education. In: Service Sciences (ICSS), 2010 International Conference on. IEEE, 2010. p. 237-241.