

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS - CAMPUS BAURU

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

PEDRO MUNHOZ NERY

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM PAINEL GRÁFICO PARA
ACOMPANHAMENTO DE DADOS ESCOLARES E AUXÍLIO NA
TOMADA DE DECISÃO**

BAURU

Dezembro/2020

PEDRO MUNHOZ NERY

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM PAINEL GRÁFICO PARA
ACOMPANHAMENTO DE DADOS ESCOLARES E AUXÍLIO NA
TOMADA DE DECISÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso do Curso
de Ciência da Computação da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,
Faculdade de Ciências, Campus Bauru.
Orientador: Dra Simone das Graças Domingues
Prado

BAURU
Dezembro/2020

Pedro Munhoz Nery Implementação de um painel gráfico para acompanhamento de dados escolares e auxílio na tomada de decisão/ Pedro Munhoz Nery.
– Bauru, Dezembro/2020- 31 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.
Orientador: Dra Simone das Graças Domingues Prado
Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Ciências
Ciência da Computação, Dezembro/2020.
1. Visualização de dados 2. Dados educacionais 3. Desenvolvimento Web

Pedro Munhoz Nery

Implementação de um painel gráfico para acompanhamento de dados escolares e auxílio na tomada de decisão

Trabalho de Conclusão de Curso do Curso
de Ciência da Computação da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,
Faculdade de Ciências, Campus Bauru.

Banca Examinadora

Dra Simone das Graças Domingues Prado

Orientadora

Departamento de Ciência da Computação

Faculdade de Ciências

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

Profa. Dra. Andréa Carla Gonçalves Vianna

Departamento de Ciência da Computação

Faculdade de Ciências

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

Dra. Marcia Aparecida Zanolli Meira e Silva

Departamento de Ciência da Computação

Faculdade de Ciências

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

Bauru, 15 de Dezembro de 2020.

Dedico este trabalho a minha família. A minha mãe e pai pelo amor e apoio, a meus pequenos irmãos de quem sinto tanta saudade e a meu falecido avô que em mim criou um amor pelo conhecimento que nunca será esquecido.

Agradecimentos

Começo agradecendo a minha mãe, Marta, por sido exemplo do que é ser uma pessoa forte e que luta pelo que nos é querido. Agradeço também ao meu pai, José, pelo amor, carinho e inspiração que me impulsionam diariamente em querer ser melhor. Estou aqui hoje porque vocês me ajudaram a caminhar, mas ainda tenho muito a correr seguindo seus exemplos.

A meu avô Dirceu devo eternos agradecimentos pelos ensinamentos e visões compartilhadas. Aprender hoje me é uma paixão e foi o senhor que me despertou este sentimento, o carrego hoje e sempre comigo.

Gostaria de continuar agradecendo minha família e agradecer aquela que viveu comigo nos últimos anos: obrigado por todo apoio, nos momentos bons e nos momentos difíceis. Nossas relações são algo do mais precioso e para sempre levo cada um de vocês em meu coração.

Agradeço também ao corpo docente da Unesp por todo o conhecimento compartilhado e pelo apoio em minha formação acadêmica. Agradeço o empenho e vontade de quem trabalhou arduamente em prol da educação pública e possibilitou a mim, e a tantos outros, esta oportunidade.

Resumo

Com a digitalização de processos de controle de informações educacionais, tornam-se disponíveis diversos dados deste âmbito que podem ser explorados na tomada de decisões estratégicas. Com a finalidade de otimizar a interface de análise, este trabalho demonstra a implementação de um painel gráfico para acompanhamento de dados escolares e auxílio na tomada de decisão utilizando tecnologias Web e embasando-se na literatura de visualização de dados.

Palavras-chave: Visualização de dados, Dados educacionais, *Frontend*, Desenvolvimento Web.

Abstract

With the advent of widespread computers, many educational information has become digitally available. This paper presents a Web based highly flexible system to import school data in order to display a functional dashboard intended for aid in the decision making process. The development of such a system is based on the current literacy on Data Visualization.

Keywords: Data visualization, School data, Frontend, Web development.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Diferentes gráficos para os mesmos dados	14
Figura 2 – Gráfico árvore de área	15
Figura 3 – Terceira dimensão em gráficos	16
Figura 4 – Estrelas no github em relação ao tempo	18
Figura 5 – Desempenho com renderização no cliente	19
Figura 6 – Desempenho com renderização no servidor	19
Figura 7 – Interface de configurações	20
Figura 8 – Interface de manipulação de disciplinas	22
Figura 9 – Interface de manipulação de tabelas	22
Figura 10 – Gráfico de nota média em relação a cada avaliação	24
Figura 11 – Gráfico com intervalo indefinido	25
Figura 12 – Gráfico de média da turma em relação à cada avaliação e o tempo . . .	25
Figura 13 – Demonstração da ferramenta colapso de dimensão	26
Figura 14 – Gráfico de média em relação ao tempo e disciplina	26

Sumário

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Problema	11
1.2	Justificativa	11
1.3	Objetivos	12
1.3.1	Objetivos Gerais	12
1.3.2	Objetivos Específicos	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1	Dados Escolares	13
2.2	Visualização de Dados	13
3	DESENVOLVIMENTO	17
3.1	Ferramentas	17
3.1.1	VueJS	17
3.1.2	NuxtJS	18
3.1.3	Vuetify	19
3.1.4	ApexCharts	20
3.2	A interface de configurações	20
3.3	A interface de manipulações de disciplinas	21
3.4	A interface de manipulações de tabelas	22
3.5	O painel gráfico	23
3.5.1	O gráfico de nota média em relação a cada avaliação	23
3.5.2	O gráfico de presença média da turma em relação ao tempo e disciplina	24
3.5.3	O gráfico de média da turma em relação à cada avaliação e o tempo	25
3.5.4	O gráfico de média final da turma em relação ao tempo e disciplina	26
4	CONCLUSÕES	28
5	TRABALHOS FUTUROS	29
	REFERÊNCIAS	30

1 Introdução

O desenvolvimento de sistemas inteligentes e a ciência de dados tem trazido muitos avanços para diversas áreas, entretanto, muitas vezes ainda é necessário que um humano interprete as informações geradas por sistemas inteligentes para que ações sejam tomadas. Assim, muitos dos sistemas hoje dedicados a demonstrar a informação focam demais em exibir a capacidade gráfica do sistema e não em transparecer objetivamente os resultados (JANES; SILLITTI; SUCCI, 2013).

Para cada tipo de informação, há uma forma correta de apresentação e para criar um gráfico que favoreça a análise, deve-se primeiro entender o porquê de sua existência. Além disso, utilizar o tipo correto de gráfico é especialmente importante quando lida-se com usuários de diferente nível de conhecimento estatístico (ZUBIAGA; NAMEE, 2015).

Além disso, um enfoque na interação humano-máquina é necessário para que o sistema não acabe subutilizado por falta de praticidade. Experiência do usuário trata sobre todos os aspectos da interação de alguém com uma aplicação ou sistema (ALBERT; TULLIS, 2013) e seus princípios básicos sempre devem ser considerados no desenvolvimento.

Especialmente na educação, estudos já demonstraram benefícios para profissionais que utilizam análises aprofundadas de informações, com educadores colaborando mais e uma tendência a profissionalização da cultura de trabalho (WAYMAN; STRINGFIELD; YAKIMOWSKI, 2004). A princípio, esses dados referem-se ao uso da ciência de dados no ambiente educacional, mas ao associar-se estas descobertas à dificuldade de compreensão de informações em formatos não visuais, se reconhece os benefícios de parear essa análise de dados com visualizações coerentes.

Para lidar com os problemas de centralização e padronização dos dados existente na área da educação (WAYMAN; STRINGFIELD; YAKIMOWSKI, 2004), a solução proposta neste trabalho deverá possuir um enfoque em flexibilizar a entrada de dados através de uma interface robusta de configurações. Essa abordagem andarão lado a lado com a adoção de ferramentas com licença livre, visto que estas são mais adequadas a trabalhos colaborativos e geram menos problemas de compatibilidade através de suas padronizações coletivas.

Atualmente existem diversas publicações estudando o desempenho acadêmico do corpo estudantil, analisando notas em diversas avaliações a fim de determinar regras para prever sucesso ou fracasso nos exames finais e no conhecimento como um todo (AL-RADAIDEH; AL-SHAWAKFA; AL-NAJJAR, 2006). Estes esforços são muito importantes na melhora do sistema educacional, mas ainda restam alguns pontos entre a determinação dessas regras e sua real aplicação. É necessária uma interface de fácil

compreensão para que os dados determinados como fortes preditores do sucesso sejam monitorados, permitindo a administração das instituições agir de forma estratégica.

Esse projeto implementou uma forma simples e concisa de visualizar informações referentes ao âmbito escolar, sempre embasado nos princípios da Experiência de Usuário e da correta visualização de informações. A interface entre o processamento de dados e a tomada de decisão é de extrema importância e esse projeto almeja aprimorá-la.

Neste trabalho foi analisada a bibliografia atual nas áreas de Dados Escolares e Visualização de Dados (2), além de um estudo funcional das ferramentas para desenvolvimento Web relevantes para este tipo de projeto (3.1). Com base nessas informações foi discutido o desenvolvimento do sistema (3), estratégias chave e analisados os resultados para embasar conclusões significativas (4 e 5).

1.1 Problema

Com o crescimento exponencial da quantidade de dados gerados e armazenados diariamente, analisá-los de forma rápida e eficiente tornou-se crítico. Atualmente, muito se investe em ferramentas inteligentes para processar esse grande volume e os resultados são promissores.

Especialmente no contexto educacional, tem-se algumas particularidades em relação ao armazenamento e padronização de dados. Dados escolares frequentemente estão dispersos em documentos e bases diferentes, dificultando a organização destes em um banco de dados conciso para operações (WAYMAN; STRINGFIELD; YAKIMOWSKI, 2004). Para trabalhar com essa problemática, a solução proposta neste trabalho possui um enfoque em flexibilizar a entrada de dados através de uma interface robusta de configurações.

Assim sendo, a quantidade de informações úteis na tomada de decisão também cresceu muito e as ferramentas clássicas de visualização não acompanharam essa evolução. Formas inapropriadas de expor uma informação levam o usuário final a se desinteressar pelo processo e a ferramenta acaba subutilizada.

Pensando nessas oportunidades e problemáticas, o desenvolvimento de uma nova plataforma de visualização, embasada nos princípios que regem uma boa experiência do usuário e uma apresentação adequada da informação, mostra-se promissor.

1.2 Justificativa

Informações complexas em sua forma mais pura não são de fácil interpretação para seres humanos, assim surge a necessidade de ferramentas gráficas para visualizar os

resultados. Infelizmente, quando mal implementadas essas aplicações são pouco utilizadas por não cumprir os requisitos de auxiliar o usuário em suas tarefas.

Aplicar gráficos já é um passo importante para maximizar a absorção de dados por parte do usuário, mas também mostra-se necessário escolher quais os tipos de gráficos com embasamento de pesquisa. Estudos já apontaram crescimentos na precisão da análise por parte de usuários de mais de 50

Quando o enfoque é demasiado no apelo estético, uma aplicação até é capaz de cativar inicialmente, mas a longo prazo acaba também subutilizada, estudos sobre o efeito de componentes materiais adequados já apontaram que as boas práticas são capazes de reduzir significativamente tanto o tempo de execução de tarefas quanto a taxa de erro (KERR; PELLACINI, 2010). Sendo assim, casar os paradigmas estabelecidos no campo de experiência do usuário com os princípios que regem a apresentação de informações mostra-se uma solução apropriada para os desafios atuais.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivos Gerais

Implementação de uma aplicação de visualização e contextualização de dados para auxiliar na tomada de decisão no ambiente escolar.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Revisão bibliográfica: Revisão bibliográfica dos temas de experiência do usuário e visualização de dados.
- Análise e comparação: Após a revisão bibliográfica foram descritas, analisadas e comparadas diferentes abordagens nas áreas estudadas a fim de definir o modelo final do projeto.
- Implementação: Implementação de uma aplicação nos moldes estabelecidos na etapa de análise e comparação.
- Teste e validação do projeto: com a aplicação pronta, foi realizado um teste de usabilidade para garantir que os requisitos foram atendidos.

2 Fundamentação Teórica

2.1 Dados Escolares

A avaliação se fez presente em todos os campos da atividade humana. O ‘julgar’, ‘comparar’, ‘avaliar’ fazem parte da vivência (CHUIEIRE, 2008).

O ambiente escolar, desde muito cedo até o nível superior, está permeado por diversas formas de avaliação. Pode-se definir o ato de avaliar a aprendizagem na escola se expressa como uma investigação da qualidade dos resultados obtidos (LUCKESI, 2014) e essa constante avaliação gera um campo com diversos dados a serem estudados a fim de prever desempenho futuro e tomar decisões estratégicas para maximizar tal desempenho.

Além das avaliações citadas anteriormente, pode-se afirmar que no contexto da educação diversos fatores externos podem afetar o desempenho dos(as) estudantes (AL-RADAIDEH; AL-SHAWAKFA; AL-NAJJAR, 2006), ou seja, pode-se considerar dados gerados além do contexto interno da academia. Informações como gênero, idade, situação de moradia, entre outras, também podem ser importantes para os resultados obtidos dentro da sala de aula.

No escopo deste projeto, o trabalho se dará com os dados da primeira forma: as avaliações realizadas dentro de sala de aula. Com a vasta adoção do boletim escolar eletrônico (WERLE, 2002) tornou possível contar com a ampla disponibilidade das informações ali incluídas de uma forma que ainda não é realidade para os dados externos. É reconhecido como um dos desafios no uso desses dados escolares é a falta de padronização dos mesmos e uma descentralização no seu armazenamento (WAYMAN; STRINGFIELD; YAKIMOWSKI, 2004).

Os documentos (geralmente planilhas) gerados pelos sistemas de controle de notas das instituições geralmente contam com notas para todas as atividades avaliativas previstas no plano de ensino (SPUDEIT, 2014). Estando contidas estas informações, torna-se possível montar gráficos que permitam expor tanto a tendência das notas obtidas na disciplina em relação ao tempo, identificar em quais avaliações o corpo estudantil tem apresentado mais dificuldades quanto levantar hipóteses de correlações do desempenho em uma determinada avaliação com a nota final.

2.2 Visualização de Dados

Visualização de dados expressa uma ideia que ultrapassa apenas exibir dados de uma forma gráfica, é necessário também expor a informação contida nesses dados (CHEN;

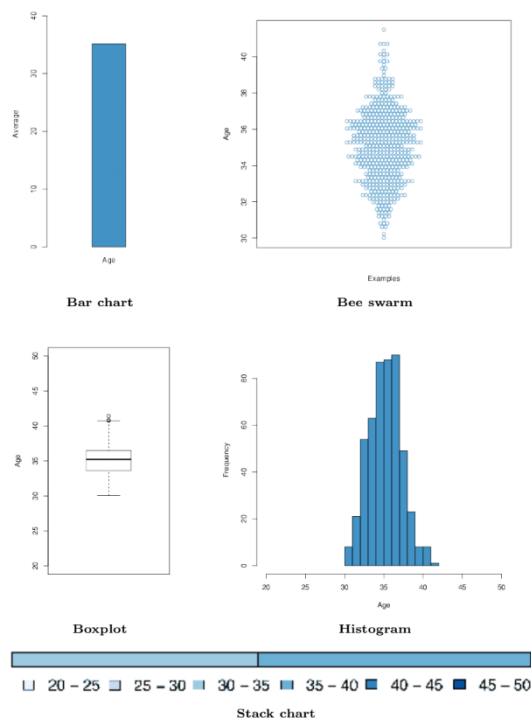
HÄRDLE; UNWIN, 2007). Em 2008, Eric Rodenbeck afirmou que a visualização de informações está se tornando mais do que um conjunto de ferramentas e técnicas para grandes conjuntos de dados e esta área está tornando-se uma mídia própria com grande potencial expressivo. (MANOVICH, 2011).

Academicamente falando, a representação gráfica consiste em mapear dados em relação a elementos visuais, tornando o comportamento destes elementos dependente e relacionado ao valor dos dados. Apoiando-se em formas primitivas (como pontos, linhas e outras formas geométricas simples) e variáveis espaciais, a visualização de dados representa diferenças, padrões e relações entre as informações ali contidas (MANOVICH, 2011). Estas funções de mapeamento entre dados e formas primitivas são o que denomina-se tipos de gráficos.

Nesta definição se estabelecem as possibilidades, mas além disso mostra-se necessário realizar uma análise consistente a fim de escolher o melhor mapeamento para auxiliar os(as) usuários(as) a identificar os padrões e estruturas que podem ser inferidos do conjunto representado (HAVRE; HETZLER; NOWELL, 2000).

A escolha do tipo de gráfico que irá representar os dados disponíveis não pode ser tomada como trivial ou que usuários com expertise conseguirão extrair as informações necessárias independente do tipo de gráfico apresentado. Utilizando a figura 1 como exemplo, tem-se alguns exemplos de gráficos baseados no mesmo conjunto de dados, en-

Figura 1 – Diferentes gráficos para os mesmos dados



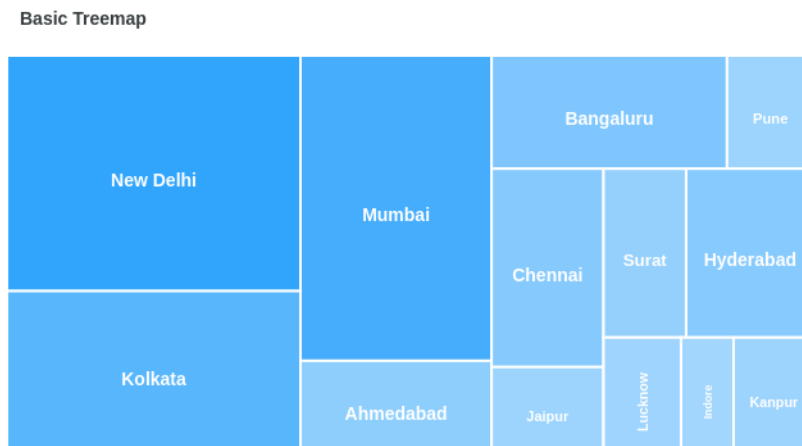
Fonte - ZUBIAGA; NAMEE (2015)

tretanto informações como a distribuição dos dados originais são completamente opacas em gráficos como o de barra única expressando a média.

Com a determinação de que o tipo de gráfico é importante na exposição do conteúdo mostra-se necessário avaliar qual o melhor gráfico para os dados existentes neste sistema. Analisar mudanças em valores numéricos ao longo do tempo é uma das técnicas mais comuns e úteis na exploração de dados (GUERRA-GÓMEZ et al., 2013) e considerando a discussão da seção 2.1, determina-se que o projeto se encaixa nesta categoria já que trabalha com valores discretos e sua evolução perante o tempo em múltiplas visualizações.

A primeira consideração a ser feita em relação aos tipos de gráficos candidatos nesta situação é a capacidade de expor a informação desejada (no caso deste trabalho, a mudança dos valores em relação ao tempo foi considerada a mais importante). Como já determinado em estudos anteriores, uma falha extremamente comum na análise gráfica por usuários leigos é não reconhecer que determinada informação não é acessível (ZUBIAGA; NAMEE, 2015), ou seja, caso um tipo de gráfico inadequado neste parâmetro seja escolhido, os usuários não necessariamente apontam esse problema de forma que possa ser corrigido.

Figura 2 – Gráfico árvore de área



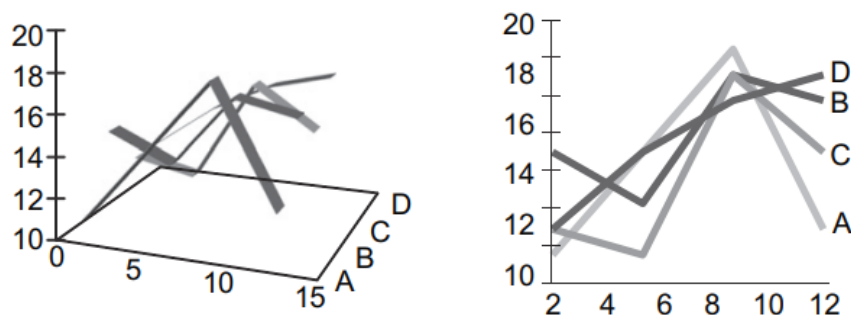
Fonte - gerada pelo autor

Considerando as dimensões trabalhadas (valores discretos de notas, presença, entre outros e o tempo), alguns tipos de gráficos já puderam ser excluídos da prospecção. Gráficos como pizza, rosca, árvore de área (figura 2) mostram-se inadequados devido a sua efetividade ser diretamente relacionada a representação de partes de um todo. Outras restrições que podem-se traçar são a necessidade de expor duas dimensões em oposição a unir diferentes iterações dos dados com a finalidade de expressar uma média.

Passadas essas considerações básicas, o próximo critério de avaliação que pode ser empregado é a simplicidade dos gráficos. O incremento de complexidade numa visualização só é justificada quando agrega novas informações cruciais aos dados. Uma das principais técnicas de efetividade estudada neste caso (figura 3) é a representação de uma

terceira dimensão através de mudanças nas cores, formatos ou tamanhos em contraste com uma visualização 3D (KELLEHER; WAGENER, 2011). No escopo deste trabalho, esta técnica citada mostra-se uma boa opção em visualizações que necessitem incluir múltiplas disciplinas, alunos ou outros fatores num mesmo gráfico valor em função do tempo.

Figura 3 – Terceira dimensão em gráficos



Fonte - KELLEHER; WAGENER (2011)

Além do tipo de gráfico, outro fator que deve ser considerado na visualização é a escala. Neste quesito, a escolha a ser feita deve considerar o enfoque do projeto: mostrar detalhes ou mostrar tendências (KELLEHER; WAGENER, 2011). Para mostrar tendências, deve-se optar por escalas mais amplas condutivas a uma análise macro dos dados, enquanto detalhes são favorecidos em escalas focadas na amplitude de mudança.

3 Desenvolvimento

3.1 Ferramentas

Atualmente o desenvolvimento Web conta com um ecossistema bastante robusto, diversas linguagens e *frameworks* estão em constante desenvolvimento e portanto a escolha do conjunto de soluções do projeto deve receber grande atenção. Os principais critérios considerados na escolha do conjunto para este sistema foram a acessibilidade para novos(as) desenvolvedores(as), soluções com licença livre, engajamento da comunidade e escalabilidade.

A acessibilidade das tecnologias, licença livre e engajamento da comunidade foram fatores escolhidos pois a expansão dessa solução em trabalhos futuros está diretamente ligada a facilidade em desempenhá-la. Como consequência do foco em manter o trabalho extensível, a escalabilidade entra por fim como característica necessária para que futuros incrementos no trabalho continuem sendo performáticos e a solução realmente viável.

3.1.1 VueJS

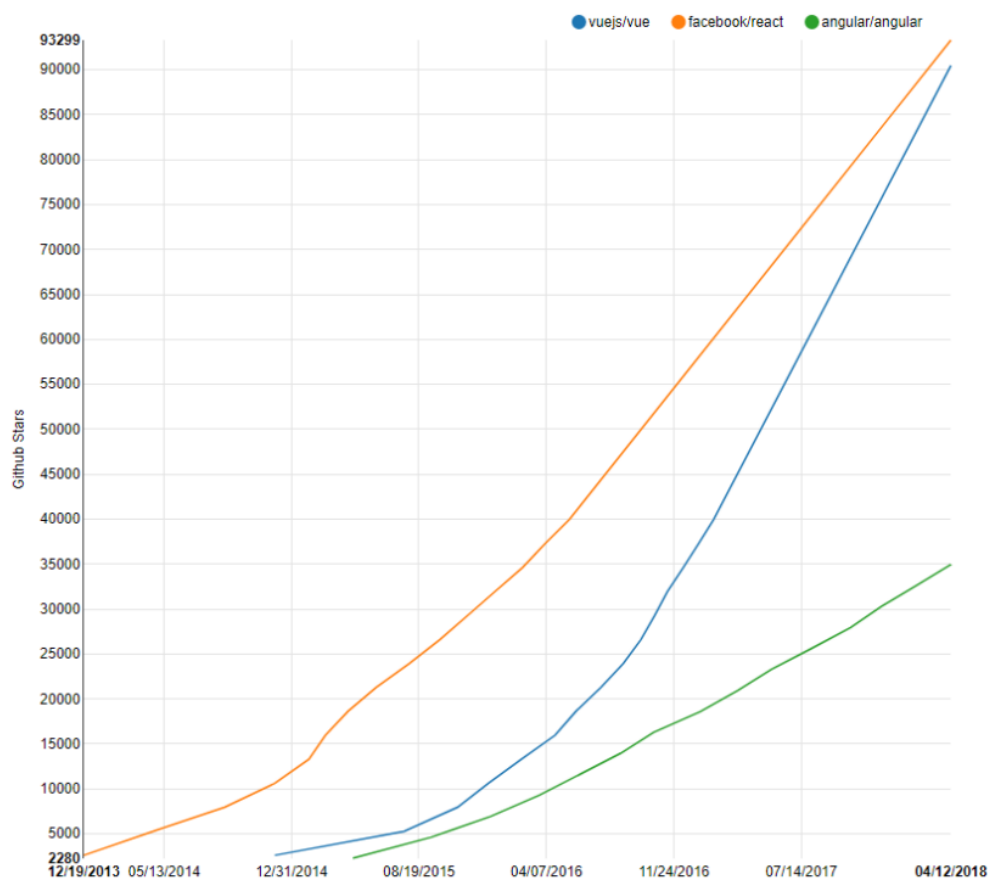
Baseado em Javascript, Vue é um *framework* para o desenvolvimento de interfaces de usuário. Esse *framework* pode ser facilmente adicionado a projetos Web clássicos já implementados, focando apenas na camada de visualização, mas também é apropriado para suprir todas as necessidades de uma aplicação Web quando adotado desde o início.

Para suportar toda uma aplicação Web, o *framework* conta com bibliotecas para roteamento e controle de estados (Vue Router e Vuex, respectivamente). Além dessas bibliotecas, ainda é possível encontrar plugins extremamente especializados para incrementar a responsividade do projeto de acordo com os padrões de *material design*, como o Vuetify.

A escolha do *framework* JS base passou também pela comparação entre as três opções mais estabelecidas: Angular, React e Vue. A decisão de utilizar o *framework* Vue se embasou em seu financiamento *open source* e sua curva de aprendizado mais suave entre os três (WOHLGETHAN, 2018). Os principais fatores para essa curva menos íngreme foram o uso de boas práticas já estabelecidas no desenvolvimento HTML, JS e CSS, sintaxe familiar e não impor a escolha do TypeScript.

Pode-se citar como desvantagem do *framework* a categoria de engajamento da comunidade - Vue não lidera em nenhuma das métricas consideradas no engajamento (estrelas no github, ofertas de trabalho, *issues* no Github, *downloads* via NPM, perguntas

Figura 4 – Estrelas no github em relação ao tempo



Fonte - WOHLGETHAN (2018)

no StackOverflow) (WOHLGETHAN, 2018). Apesar disso, os números nestas métricas ainda apontam uma comunidade vibrante e em crescimento como pode-se observar na figura 4.

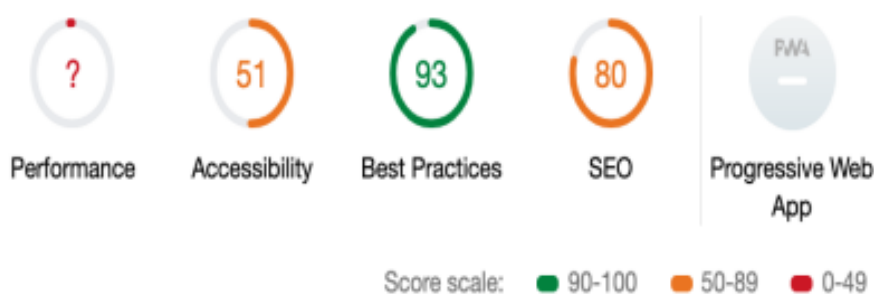
3.1.2 NuxtJS

Criado a partir do ecossistema Vue, Nuxt é um *framework* avançado para desenvolver aplicações Web. Utilizando as bibliotecas vue, vue router e vuex, o objetivo do *framework* Nuxt é ampliar a escalabilidade dos projetos Web através de forte padronização arquitetural e diferentes configurações de servidor.

Criando sobre a plataforma estabelecida pelo ecossistema Vue, esse *framework* é bastante acessível. Além disso, ao suportar aplicações com servidor (renderizadas por ele ou não) e até sem servidor, a flexibilidade também é um ponto forte da ferramenta. Outra grande vantagem a ser citada é a possibilidade de otimizar o projeto em relação a motores de busca, mitigando um dos principais reveses do *framework* Vue.

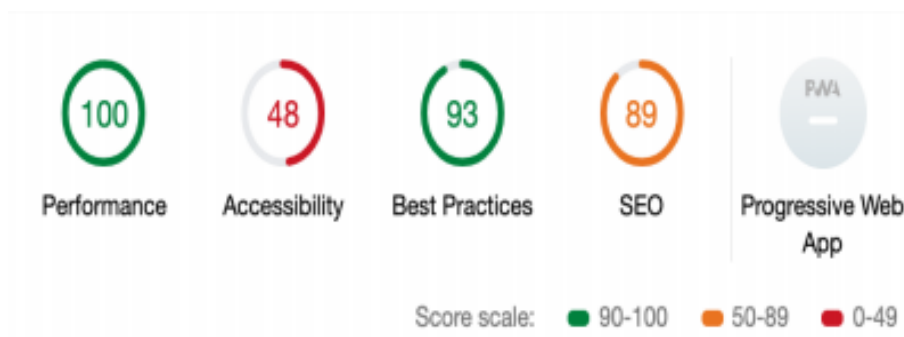
Estudos já demonstraram vantagens consideráveis em servir uma aplicação ren-

Figura 5 – Desempenho com renderização no cliente



Fonte - ISKANDAR (2020)

Figura 6 – Desempenho com renderização no servidor



Fonte - ISKANDAR (2020)

derizada no servidor (ISKANDAR et al., 2020) (figuras 5 e 6) e essa funcionalidade foi muito considerada no quesito escalabilidade para escolha deste *framework*. O requisito de licença *open source* também é atendido pelo Nuxt.

3.1.3 Vuetify

Vuetify é uma biblioteca de interface do usuário com inúmeros blocos interativos já implementados, trazendo uma ampla rede de configurações e controle próprio para responsividade. Além dos componentes disponíveis para uso, é possível buscar *layouts* completos pré montados de acordo com as regras de experiência do usuário.

Quanto aos componentes, existem aqueles destinados a receber informações do usuário, como caixas de texto e seleção, modelos de apresentação de dados, como tabelas e indicadores, itens de navegação, como menus e barras de controle, entre outros. Todos os itens citados acima contam com designs responsivos para todas as telas.

A escolha desta biblioteca foi amparada em uma curva de aprendizado suave, proporcionada pela manutenção da sintaxe base do Vue e boa documentação, comunidade ativa e licença *open source*.

3.1.4 ApexCharts







ApexCharts é uma biblioteca Javascript *open source* para apresentação de gráficos, contando com diversas integrações de *front* e *back end*. Alguns exemplos de tecnologias que trabalham em conjunto com essa biblioteca são o Angular, React e Vue no *front end* e PHP, ASP.NET e Ruby no *back end*. A escolha desta biblioteca foi amparada em uma curva de aprendizado suave, proporcionada pela manutenção da sintaxe base do Vue e licença *open source*.

Feita para ser acessível, essa biblioteca necessita apenas de um vetor com dados e rótulos para produzir uma representação gráfica. Contando com padrões inteligentes de configuração, o desenvolvedor pode aumentar gradativamente a profundidade que atinge nas opções gerais do gráfico.

3.2 A interface de configurações

No intuito de implementar uma ferramenta que aceite diferentes formatos de tabela como entrada de dados, a implementação de uma tela de configurações para essas entradas mostra-se essencial. Para receber uma tabela, seriam pré determinados n campos possíveis de serem recebidos e o usuário fica responsável por mapeá-los de acordo com seus identificadores na tabela.

Figura 7 – Interface de configurações

Campo	Literal na tabela	Editar
ID aluno		
Primeira avaliação	P1	
Segunda avaliação	P2	
Terceira avaliação	T1	
Quarta avaliação	T2	
Presença	PRESENÇA	

Fonte - gerada pelo autor

Na versão atual do sistema, foram disponibilizados um campo para identificar cada aluno ou aluna, quatro campos para avaliação, um para presença, um para média e um para a aprovação. A tela de configurações apresenta uma tabela desses campos, o valor

literal na tabela que deve ser correspondido e um modal acionado via botão para editar o valor literal na tabela que deve ser considerado (figura 7).

A partir dos valores literais incluídos, o sistema usa a técnica de reflexão computacional que permite reconstruir dinamicamente entender os valores carregados na tabela (CHRISTL; KOSCHKE; STOREY, 2005) e realizar os cálculos de acordo. O uso da reflexão, apesar de computacionalmente custoso, foi avaliado como ideal nesta aplicação uma vez que é utilizada apenas na leitura e análise inicial das tabelas e permite uma grande flexibilidade na inclusão de tarefas.

Esta abordagem também é propícia a escalabilidade do projeto pois poderia suportar diferentes modelos de tabela no mesmo sistema, não acrescentando empecilhos caso o usuário mudasse seu sistema de controle de informações e consequentemente forma das tabelas. Sendo a reflexão usada apenas na análise e mapeamento inicial das tabelas, também torna-se trivial realizar consultas mais complexas nos dados pois esses podem ser armazenados de forma mais eficiente e não passaram pela reflexão mais de uma vez.

Alguns avanços interessantes em futuras implementações é armazenar múltiplas configurações simultaneamente, permitindo ao usuário carregar tabelas de diversos formatos e origens sem ter que reconfigurar o mapeamento de suas tabelas. Outra funcionalidade que pode acrescer esse processo é o compartilhamento de padrões de configuração, permitindo que usuários de um mesmo sistema de controle de informações já tenham um mapeamento base definido.

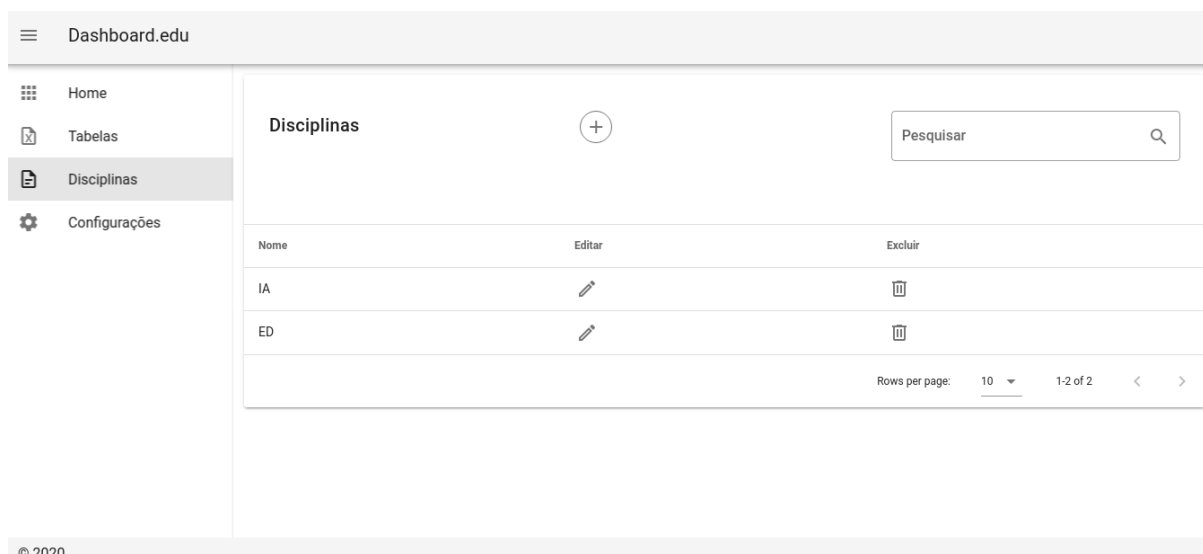
3.3 A interface de manipulações de disciplinas

Visando flexibilizar o uso do sistema, foi decidido não definir a disciplina que está sendo incluído a partir da tabela em si. Considerando que alguns sistemas de controle de informação podem gerar tabelas com nomes ininteligíveis ou inconsistentes, considerou-se a tarefa de nomear disciplinas trivial e seria de interesse do usuário executá-la de forma manual.

Esse sistema desacopla a identificação da disciplina das tabelas recebidas e coloca na mão do usuário essa responsabilidade. Essa escolha reflete a linha geral do projeto de perder algumas conveniências a fim de maximizar a flexibilidade do sistema e entregar ao usuário poder de configuração sobre o produto final.

Para executar esse processo, implementou-se uma tela de cadastro e manipulação de disciplinas (figura 8) que permite a criação, edição e exclusão de disciplinas que foram exibidas como opções de pareamento para cada tabela. Os objetos “disciplina” recebem um título, identificador único (opaco para o usuário final) e lista de tabelas associadas, sendo assim a âncora para a formação de gráficos na página principal.

Figura 8 – Interface de manipulação de disciplinas



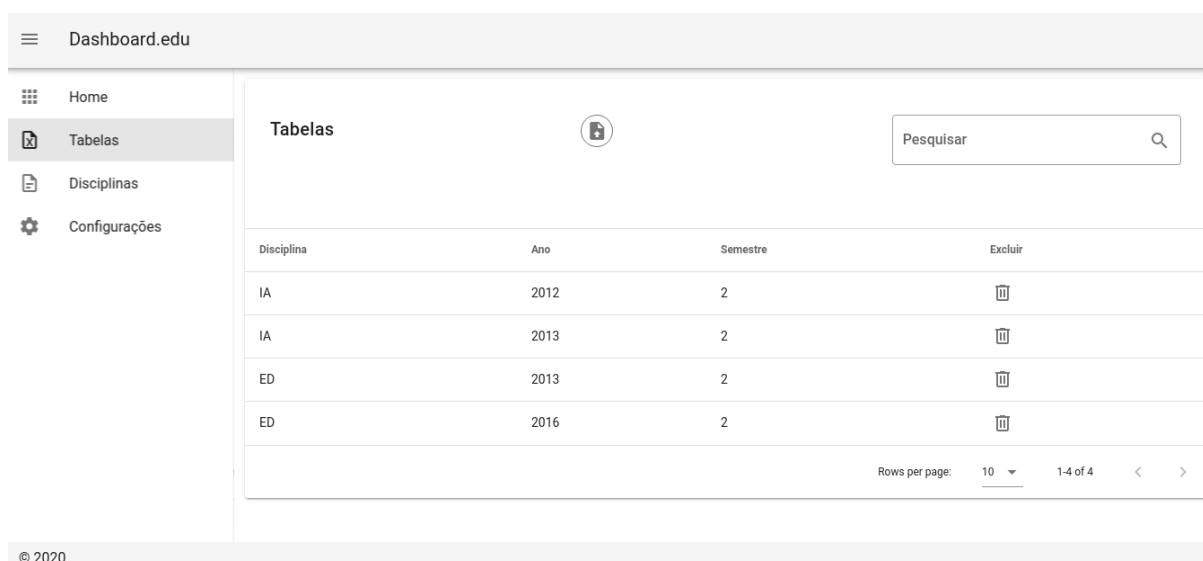
Fonte - gerada pelo autor

3.4 A interface de manipulações de tabelas

Considerando que o sistema implementado não gera seus próprios dados, uma das telas de implementação essencial foi a de inclusão e manuseio de tabelas. Nesse domínio foi implementada uma interface (figura 9) para carregar arquivos a partir da máquina do usuário, associá-los a disciplina, ano e semestre adequados.

Utilizando dados previamente coletados nas telas de configuração e de disciplinas, o usuário tem acesso a uma interface que cadastra novas tabelas e as associa a disciplina já catalogadas. É nesse momento no qual a análise da tabela utilizando reflexão com os dados de configuração acontece e a real montagem dos gráficos torna-se possível.

Figura 9 – Interface de manipulação de tabelas



Fonte - gerada pelo autor

Esta tela dispara as lógicas necessárias para ler os arquivos .csv importados, mapeá-los via reflexão para JSON e gravá-los num formato mais performático para futuras avaliações. Executar essas tarefas no momento da inclusão do arquivo permite que sejam realizadas apenas uma vez e adianta boa parte do processamento para que o usuário não experimente atrasos na montagem dos gráficos quando acessar a tela onde são exibidos.

Outro fator que contribuiu para a escolha dessa tela como disparadora de tais tarefas foi a garantia que futuras mudanças nas configurações não acarretaria em problemas de análise das tabelas. Uma vez incluídas no sistema, estas não são afetadas por alterações nos parâmetros de configurações de leitura.

3.5 O painel gráfico

A partir das configurações providas através da interface discutida na subseção 3.2 e os dados importados como descrito na subseção 3.4, a montagem do painel gráfico precisou aplicar os conceitos apresentados no capítulo 2.

A primeira escolha a ser tomada foi quais informações seriam apresentadas e, considerando o foco em dados amplamente disponíveis de acordo com os parâmetros definidos na seção 2.1, quatro gráficos foram selecionados. O sistema em sua versão atual conta com os seguintes gráficos:

- Nota média da turma durante todas as iterações de uma disciplina em relação a cada avaliação
- Presença média da turma em relação ao tempo e disciplina
- Nota média da turma em relação a cada avaliação e o tempo em uma determinada disciplina
- Média final da turma em relação ao tempo e disciplina

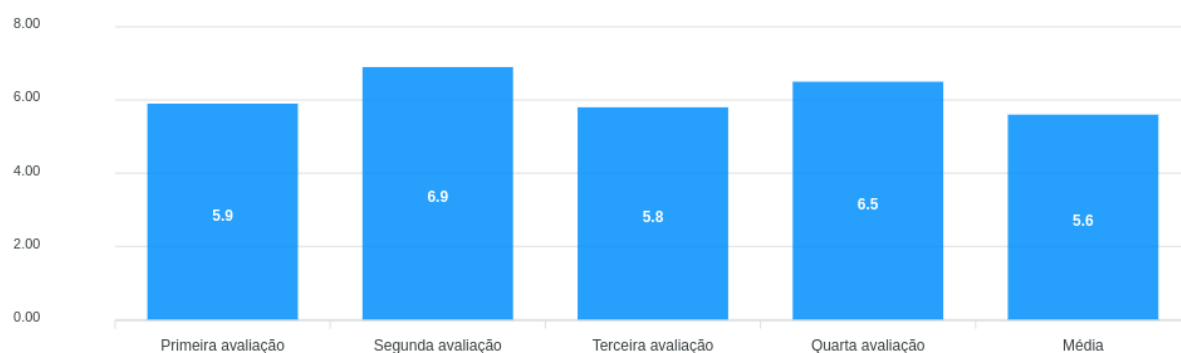
3.5.1 O gráfico de nota média em relação a cada avaliação

A escolha em expor os dados deste gráfico veio do interesse em mostrar a composição média da nota final da turma. Nessa visualização é desejável que o usuário consiga perceber em quais avaliações (e inerentemente quais tipos de avaliação) o estudante médio tem um desempenho melhor ou pior.

A princípio, a importância de detalhes deste gráfico seria favorecida por uma escala mais aproximada no eixo das notas. Entretanto quando o todo do painel é considerado foi definida que a escala para notas em diferentes gráficos do tipo barra deverá ser a mesma a fim de evitar interpretações conflitantes (KELLEHER; WAGENER, 2011).

Uma particularidade importante a ser tratada nesta visualização é que esta é a única dentre as quatro que não incorpora tempo como um dos fatores. Essa distinção foi importante na escolha do tipo de gráfico adotado, uma vez que o usuário deve imediatamente ser capaz de perceber que a visualização não está trabalhando com uma progressão.

Figura 10 – Gráfico de nota média em relação a cada avaliação



Fonte - gerada pelo autor

Considerando os dados em questão e as relações a serem inferidas deles, o gráfico de barras foi o escolhido na orientação vertical por apresentar maior familiaridade para os usuários (ZUBIAGA; NAMEE, 2015). Também foi empregada a estratégia de minimizar a poluição visual mantendo apenas uma disciplina em exibição por vez utilizando um seletor, colapsando o gráfico de três para duas dimensões (figura 10).

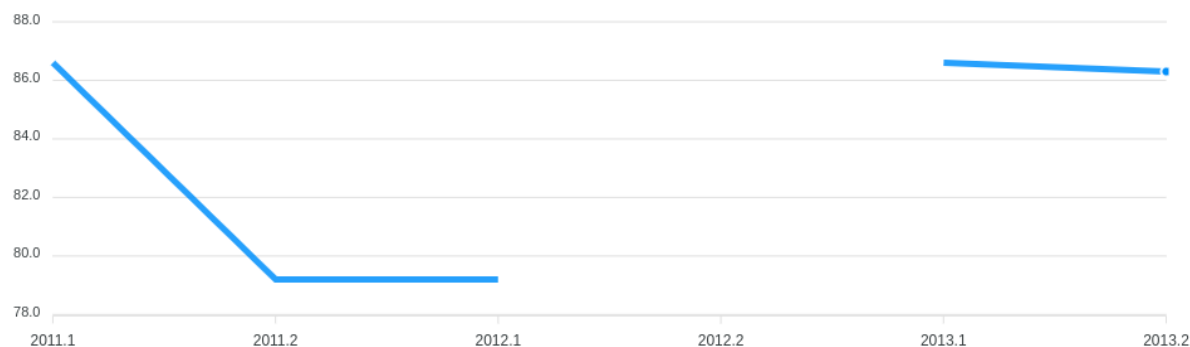
3.5.2 O gráfico de presença média da turma em relação ao tempo e disciplina

É importante ressaltar que dados escolares, mesmo quando restringidos aos gerados em sala de aula, não se restringem a medidas avaliativas. Considerada como parte importante e avaliada em diversos estudos (AL-RADAIDEH; AL-SHAWAKFA; AL-NAJJAR, 2006), a presença também é um indicador que merece atenção na avaliação de administradores(as).

Com essas ressalvas em mente, foi decidida a inclusão de uma visualização que proporcionasse, simultaneamente, comparações entre a presença média de turmas de um ano para o outro mas também no mesmo ano entre diferentes disciplinas. Considerando as três dimensões necessárias no gráfico, a abordagem de representar uma delas a partir de diferentes cores (como citado na seção 2.1) mostrou-se extremamente interessante.

Para representar as tendências, foi escolhido um gráfico de linhas descontinuas em períodos nos quais não houvesse dados. Considerando a comum falha de reconhecimento de informações faltantes por parte de usuários (ZUBIAGA; NAMEE, 2015), a escolha de descontinuar as linhas em períodos nos quais dados não estejam presentes foi tomada para explicitar ao máximo essa falta (ver figura 11). Em relação a escala, optou-

Figura 11 – Gráfico com intervalo indefinido



Fonte - gerada pelo autor

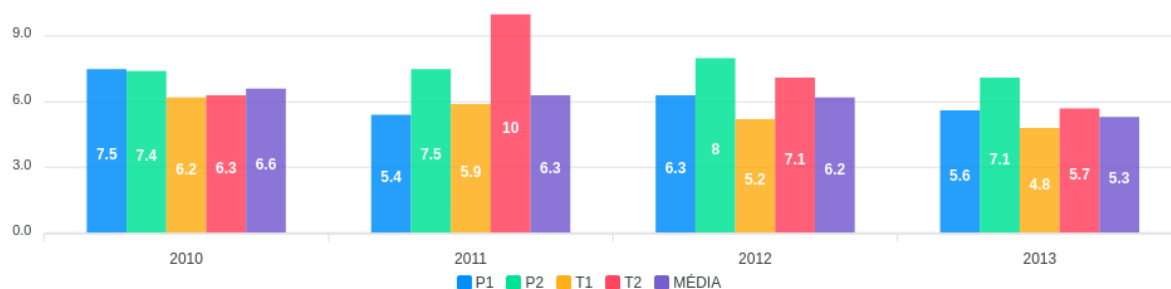
se por utilizar uma escala que englobe todos os anos no eixo X e uma escala detalhada proporcional às variações no eixo Y.

3.5.3 O gráfico de média da turma em relação à cada avaliação e o tempo

Como exposto em (KELLEHER; WAGENER, 2011), pode-se afirmar que o acréscimo de complexidade só deve ser empregado quando houver uma análise que necessita dele. A fim de estudar a tendência das informações já demonstradas no gráfico de nota média em relação a cada avaliação (ver figura 12), aqui a complexidade definiu-se como justificada.

A inclusão desse gráfico possibilita avaliar como foi ações estratégicas tomadas frente a informações obtidas no gráfico de nota média em relação a cada avaliação, permitindo detectar mudanças na composição geral de média muito antes que um gráfico que agrupa múltiplos anos permitiria. Colapsando a dimensão das avaliações em cores diferentes e utilizando um gráfico composto de barras verticais, pode-se analisar ano a ano o formato gerado pelas múltiplas barras de cada iteração.

Figura 12 – Gráfico de média da turma em relação à cada avaliação e o tempo

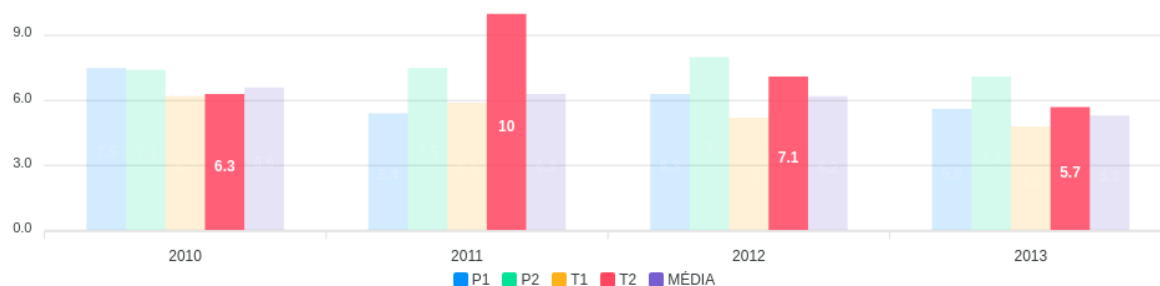


Fonte - gerada pelo autor

Uma ferramenta da biblioteca gráfica utilizada (ver subseção 3.1.4) que deve ser ressaltada aqui é a possibilidade de colapsar uma das dimensões, neste caso a dimensão

avaliações (ver figura 13). Com essa ferramenta, este gráfico aumenta sua funcionalidade, podendo ser utilizado como uma versão mais especializada do gráfico média de final da turma em relação ao tempo e disciplina. Em relação a escala, optou-se por utilizar uma escala que englobe todos os anos no eixo X e uma escala detalhada proporcional às variações no eixo Y.

Figura 13 – Demonstração da ferramenta colapso de dimensão



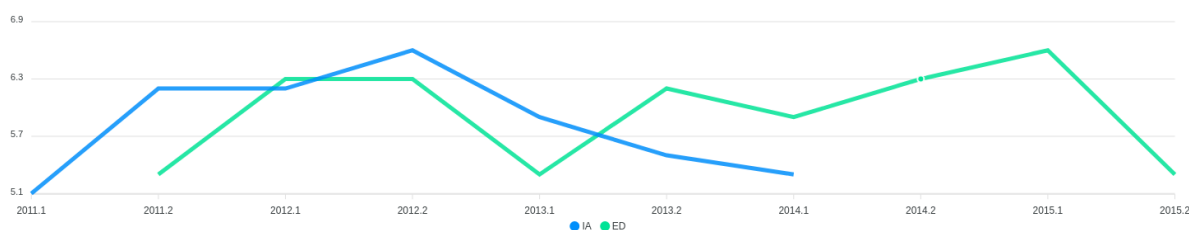
Fonte - gerada pelo autor

3.5.4 O gráfico de média final da turma em relação ao tempo e disciplina

Fechando a lista de gráficos trabalhados, apresenta-se a média final das turmas em relação às disciplinas e o tempo. A informação aqui apresentada pode ser considerada resultado de todos os fatores explicitados através dos gráficos anteriores, direta ou indiretamente. Considerando isto, esse gráfico poderá ser utilizado para criar hipóteses correlacionando pontos de inflexão com informações já conhecidas ou colhidas em outros gráficos do projeto

Aqui retoma-se a abordagem do gráfico de presença média da turma em relação ao tempo e disciplina, sendo necessário aplicar os tipos, escalas e técnicas que favorecem a compreensão de tendências por parte dos usuários. Em relação a escala, optou-se por utilizar uma escala que engloba todos os anos no eixo X e uma escala detalhada proporcional às variações no eixo Y. O resultado pode ser observado na figura 14.

Figura 14 – Gráfico de média em relação ao tempo e disciplina



Fonte - gerada pelo autor

Também disponibiliza-se a ferramenta de colapso dimensional utilizada no gráfico de média da turma em relação à avaliação e o tempo (ver figura 13) que mostra-se espe-

cialmente útil para reduzir a poluição visual caso um grande volume de disciplinas seja cadastrado.

4 Conclusões

Através da revisão de trabalhos na área informação na educação registram-se problemas estruturais na disponibilidade e padronização de dados entre o setor. Estes fatores impõe obstáculos na adoção efetiva de medidas que utilizam de informações para orientar decisões estratégicas, inclusive neste trabalho. A revisão bibliográfica na área foi essencial em determinar que as informações disponíveis na maioria dos âmbitos atuais são aquelas geradas em sala de aula e guiou a criação de visualizações neste trabalho.

Com base na revisão da bibliografia específica de visualização de informação existente, foi possível determinar-se que as diferentes escolhas necessárias para a formulação de uma visualização contribuem para o nível de efetividade desta. O tipo de gráfico aplicado, passando pelas dimensões incluídas, escalas, cores e formas são significativos para o nível de absorção do usuário.

Quando aplicadas as teorias de visualização dos dados entendidos como amplamente disponíveis concluiu-se que as visualizações possíveis foram melhor atendidas por padrões simples de gráficos. Apesar disso, técnicas para determinação das escalas apropriadas, controle de dimensões e orientações gerais para os gráficos ainda foram muito bem aproveitadas no sistema aqui desenvolvido.

Durante o desenvolvimento foi determinada uma abundância de ferramentas para executar as tarefas, crescendo-se assim a importância de analisar os benefícios e malefícios de cada ferramenta em relação ao impacto que tem no sistema final. A área do desenvolvimento Web tem recebido bastante contribuições e neste quesito determinou-se que existem ferramentas satisfatórias nos quesitos de desempenho, facilidade de uso e abertura das licenças. Através da análise das ferramentas atualmente disponíveis, foi possível determinar que as aqui utilizadas se mostraram mais aptas a receberem usuários não especialistas ainda mantendo um nível de eficácia alto.

5 Trabalhos futuros

A partir das determinações feitas por este trabalho, reconhece-se como interessante o desenvolvimento de novos estudos avaliando a importância de fatores específicos na absorção de determinados tipos de informações. Trabalhos propostos nos moldes de artigos como *Knowing What You Don't Know: Choosing the Right Chart to Show Data Distributions to Non-Expert Users* ((ZUBIAGA; NAMEE, 2015)) mas abordando mais tipos de dados trariam ao meio acadêmico grande valor, uma vez que seus resultados poderiam amparar visualizações mais eficientes em publicações de diversas áreas.

A fim de avançar essas diversas pesquisas que seriam conduzidas para cada tipo de dado seria interessante um trabalho que desenvolva uma plataforma adequada para conduzir esse tipo de pesquisa. Um sistema que integre a entrada dos dados, perguntas para os questionários e gere diferentes gráficos de acordo com seleções do grupo de pesquisa. Ao padronizar parte da execução dessas pesquisas torna-se possível aumentar o volume de informações coletadas através da redução do retrabalho.

Referências

- AL-RADAIDEH, Q.; AL-SHAWAKFA, E.; AL-NAJJAR, M. Mining student data using decision trees. *The International Arab Journal of Information Technology - IAJIT*, 01 2006.
- ALBERT, W.; TULLIS, T. *Measuring the user experience: collecting, analyzing, and presenting usability metrics*. [S.l.]: Newnes, 2013.
- CHEN, C.-h.; HÄRDLE, W. K.; UNWIN, A. *Handbook of data visualization*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2007.
- CHRISTL, A.; KOSCHKE, R.; STOREY, M.-A. Equipping the reflexion method with automated clustering. In: IEEE. *12th Working Conference on Reverse Engineering (WCRE'05)*. [S.l.], 2005. p. 10–pp.
- CHUIEIRE, M. S. F. Concepções sobre a avaliação escolar. *Estudos em avaliação educacional*, v. 19, n. 39, p. 49–64, 2008.
- GUERRA-GÓMEZ, J.; PACK, M. L.; PLAISANT, C.; SHNEIDERMAN, B. Visualizing change over time using dynamic hierarchies: Treeversity2 and the stemview. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, IEEE, v. 19, n. 12, p. 2566–2575, 2013.
- HAVRE, S.; HETZLER, B.; NOWELL, L. Themeriver: Visualizing theme changes over time. In: IEEE. *IEEE Symposium on Information Visualization 2000. INFOVIS 2000. Proceedings*. [S.l.], 2000. p. 115–123.
- ISKANDAR, T. F.; LUBIS, M.; KUSUMASARI, T. F.; LUBIS, A. R. Comparison between client-side and server-side rendering in the web development. In: IOP PUBLISHING. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. [S.l.], 2020. v. 801, n. 1, p. 012136.
- JANES, A.; SILLITTI, A.; SUCCI, G. Effective dashboard design. *Cutter IT Journal*, v. 26, n. 1, p. 17–24, 2013.
- KELLEHER, C.; WAGENER, T. Ten guidelines for effective data visualization in scientific publications. *Environmental Modelling & Software*, Elsevier, v. 26, n. 6, p. 822–827, 2011.
- KERR, W. B.; PELLACINI, F. Toward evaluating material design interface paradigms for novice users. *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, ACM New York, NY, USA, v. 29, n. 4, p. 1–10, 2010.
- LUCKESI, C. C. *Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições*. [S.l.]: Cortez editora, 2014.
- MANOVICH, L. What is visualisation? *Visual Studies*, Taylor & Francis, v. 26, n. 1, p. 36–49, 2011.
- SPUDEIT, D. *Elaboração do plano de ensino e do plano de aula*. Rio de Janeiro, 2014.

WAYMAN, J. C.; STRINGFIELD, S.; YAKIMOWSKI, M. *Software enabling school improvement through analysis of student data*. [S.l.]: Citeseer, 2004.

WERLE, F. O. C. Documentos escolares: impactos das novas tecnologia. *Revista História da Educação*, v. 6, n. 11, p. 77–96, 2002.

WOHLGETHAN, E. *Supporting Web Development Decisions by Comparing Three Major JavaScript Frameworks: Angular, React and Vue.js*. Tese (Doutorado) — Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, 2018.

ZUBIAGA, A.; NAMEE, B. M. Knowing what you don't know: Choosing the right chart to show data distributions to non-expert users. In: . [S.l.: s.n.], 2015.