



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA

Laboratório Online de SQL

Hugo Alexandre Lopes Laibaças

Orientação:

Carlos Alberto Zany Pampulim Martins Caldeira

Mestrado em Engenharia Informática

Dissertação

Évora, 2013

UNIVERSIDADE DE ÉVORA
Escola de Ciências e Tecnologia
Departamento de Informática

Laboratório Online de SQL

Dissertação de Mestrado em Engenharia Informática

Hugo Alexandre Lopes Laibaças
(m13520)

Trabalho realizado sob a orientação do
Professor Doutor Carlos Pampulim Caldeira

www.sqlin.laibit.com

Setembro de 2013

“Creio bastante na sorte. E tenho constatado que, quanto mais eu trabalho, mais sorte tenho.” — Thomas Jefferson

“You see things; and you say "Why?" But I dream things that never were; and I say "Why not?"” — George Bernard Shaw (da peça de Teatro "Serpente", escrita por este)

“The problems that exist in the world today cannot be solved by the level of thinking that created them.” — Albert Einstein

Agradecimentos

Aos meus pais, deixo aqui um profundo agradecimento, pelos valores que sempre me transmitiram e pelo extremoso apoio, essenciais para que eu conseguisse prosseguir os meus estudos, e tenha alcançado este tão importante objetivo.

Agradeço aos professores do Curso de Engenharia Informática da Universidade de Évora, pela sua dedicação, empenho e disponibilidade, mas especialmente pelos conhecimentos que me transmitiram.

Ao Professor Carlos Caldeira, meu orientador, agradeço especialmente, por toda a disponibilidade e tempo de que dispôs a meu favor, valiosos conselhos e ajuda que me endereçou ao longo da realização deste projeto.

Estou muito grato aos meus colegas de trabalho, pelo incentivo e bons conselhos, que muito me ajudaram a tomar algumas decisões e a manter o ânimo, mesmo nos momentos de maior agitação profissional.

Obrigado ao Pedro Tomás, o autor original do modelo para \LaTeX (versão inglesa), que serviu de suporte a este documento.

A todos quantos não mencionei, mas que estiveram ao meu lado nesta caminhada, agradeço e desejo muitas felicidades.

Resumo

As bases de dados consubstanciam umas das áreas do saber no domínio da informática, designadamente, as bases de dados relacionais, que se apresentam como as mais populares e difundidas. Neste contexto, surge o **SQL**, uma linguagem de programação desenhada para permitir fazer a gestão dos dados em **SGBD** relacionais. Não tendo sido identificada na Internet, a existência de qualquer ferramenta que incorpore o conceito de laboratório online de SQL, decidiu-se criar uma ferramenta ampla e que auxilie na aprendizagem desta linguagem e seus conceitos, proporcionando um ambiente agregador de vários vetores essenciais para uma aprendizagem consistente.

A componente teórica será muito privilegiada. No entanto, é a componente prática que desempenhará o papel principal, revestindo-se de um ambiente de ensaio onde cada membro poderá explorar o SQL e aprimorar as suas habilidades na utilização desta linguagem, através das experiências que poderá fazer com as bases de dados colocadas ao seu dispor.

Palavras Chave

SQL, dados, laboratório, online, colaboração, aprendizagem.

Abstract

Online Laboratory of SQL

The databases embody one of the areas of knowledge in the field of computer science, namely, the relational databases, which are considered the most popular and widespread. In this context there is SQL, a programming language designed to allow data management in Relational Database Management Systems (RDBMS). Not having been identified on the Internet, the existence of any tool that incorporates the concept of online laboratory of SQL, it was decided to create a such a tool, to assist in learning this language and its concepts, providing a multi-vector aggregator platform, essential for consistent learning.

The theoretical component will be very privileged. However, it is the practical component that plays the main role, by taking up a test environment where each member can explore SQL and improve their skills, through the experiences that can be done by using the databases placed at their disposal.

Keywords

SQL, data, laboratory, online, collaboration, learning.

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Motivação	3
1.2	Objetivos	3
1.3	Principais contribuições	4
1.4	Organização da Dissertação	5
2	Estado da Arte	7
2.1	Trabalhos semelhantes, vocacionados para o ensino de SQL	10
2.1.1	SQLator	11
2.1.2	LabSQL	11
2.2	Aprendizagem <i>online</i>	11
2.2.1	EdX	12
2.2.2	Class2Ggo	14
2.2.3	Udacity	17
2.2.4	Coursera	18
2.2.5	MIT OpenCourseWare	19
2.2.6	W3Schools	20
2.2.7	Lynda	20
2.2.8	SQL Course	20
2.3	Potenciais ferramentas de suporte	20
2.3.1	Joomla	21
2.3.2	Liferay	21
2.3.3	Zql	21
2.3.4	General SQL Parser (GSP)	22
2.3.5	Ext JS	22
2.3.6	Dojo	22
2.3.7	jQuery	22
2.3.8	CakePHP	22
2.3.9	CodeIgniter	23
2.4	Conclusões	23

3 Proposta	25
3.1 O conceito	26
3.2 Arquitetura	27
3.3 Perfis de utilização	28
3.4 Navegação e estrutura	28
3.4.1 Teoria	30
3.4.2 Artigos de especialidade (Blogue)	30
3.4.3 Vídeos e Documentos	31
3.4.4 Prática	31
3.4.5 Discussão	31
3.4.6 Conversação instantânea	31
3.4.7 Testes para aferição de conhecimentos	32
3.4.8 Parar e Pensar	32
3.5 O Laboratório	32
3.5.1 Interface	33
3.5.2 Analisador de SQL (<i>Parser</i>)	34
3.5.3 Um jogo sério	34
3.5.4 Consultor de eficiência	36
3.5.5 Parametrização	37
4 Protótipo	39
4.1 Portal (SQLin)	40
4.1.1 Teoria	42
4.1.2 Blogue	43
4.1.3 Vídeos & Documentos	44
4.1.4 Discussão	45
4.1.5 <i>Wiki</i>	45
4.1.6 Múltiplas classes (<i>Sites</i>)	46
4.2 Laboratório (SQLin Lab)	46
4.3 Preparação, codificação e publicação	48
4.4 Integração com os vários SGBD	49
4.5 Principais desafios e decisões	49
4.5.1 Interface do laboratório	49
4.5.2 Analisador de SQL (<i>Parser</i>)	50
4.6 Parametrização	51
4.7 Conformidade com a proposta	53
5 Conclusões	55

5.1 Resultados alcançados	56
5.2 Trabalho futuro	58
5.2.1 Portal	58
5.2.2 Laboratório	58

Lista de Figuras

1.1	Filosofia	4
2.1	EdX - Plataforma de <i>e-learning</i>	12
2.2	Plataforma edX - Escrita de fórmula	14
2.3	Class2Go - Plataforma de <i>e-learning</i>	14
2.4	Plataforma Class2Go - Exercício sobre Álgebra Relacional	16
2.5	Udacity - Plataforma de <i>e-learning</i>	17
2.6	Coursera - Plataforma de <i>e-learning</i>	18
3.1	Arquitetura proposta	27
3.2	Navegação e estrutura - Vertente pública	29
3.3	Navegação e estrutura - Vertente privada	29
3.4	Estrutura da interface proposta	33
4.1	Protótipo - Visão inicial da vertente pública	40
4.2	Protótipo - Visão inicial da vertente privada	41
4.3	Protótipo - Teoria	42
4.4	Protótipo - Blogue	43
4.5	Protótipo - Vídeos & Documentos	44
4.6	Protótipo - Discussão	45
4.7	Protótipo - Acesso à componente prática (Lab)	46
4.8	SQLin Lab - O laboratório	47
4.9	Servers.xml - Parametização dos SGBD disponíveis	51
4.10	MySQL.xml - Parametização das bases de dados <i>MySQL</i> disponíveis	52
4.11	Exemplo de dicionário utilizado na tradução para português	52

Lista de Tabelas

2.1	Dimensões pedagógicas a considerar no <i>e-learning</i>	9
2.2	Medidas de avaliação da eficácia de uma solução de <i>e-learning</i>	10
3.1	Sintetização do âmbito do projeto	27
3.2	Modos de utilização do laboratório	35
4.1	Conformidade do portal face à proposta	53
4.2	Conformidade do laboratório face à proposta	53

Lista de Acrónimos

API *Application Programming Interface*

BNF *Backus-Naur Form* - notação usada para expressar gramáticas livres de contexto

CMS *Content management system*

CSS *Cascading Style Sheet* - regras de estilo para definição da apresentação de documentos HTML

CRUD *Create, Read, Update, Delete* - funções basilares de um **SGBD**

IDE *Integrated Development Environment*

JAR *Java Archive* - arquivo comprimido utilizado para distribuir classes Java

JDBC *Java Database Connectivity*

MOOC *Massive Open Online Course*

GSP *General SQL Parser*

GUI *Graphical User Interface*

GWT *Google Web Toolkit*

HTML *HyperText Markup Language* - uma linguagem de marcadores utilizada para descrever conteúdo a ser mostrado em navegadores Web

PHP *PHP: Hypertext Preprocessor*

PL/SQL *Procedural Language/Structured Query Language* - uma extensão da linguagem padrão SQL para o SGBD Oracle

RDBMS *Relational Database Management System*

SGBD *Sistema de Gestão de Bases de Dados* - em inglês, **RDBMS**

SDK *Software Development Kit*

SQL *Structured Query Language*

T-SQL *Transact SQL* - uma extensão da linguagem padrão SQL para o SGBD *Microsoft SQL Server*

WAR *Web application ARchive*

Lista de Acrónimos

XML *eXtensible Markup Language* - uma linguagem de marcadores utilizada para descrever informação

1

Introdução

Conteúdo

1.1	Motivação	3
1.2	Objetivos	3
1.3	Principais contribuições	4
1.4	Organização da Dissertação	5

1. Introdução

"Mudam-se os tempos, mudam-se as vontades"[8], é uma frase que faz uma clara alusão à mudança do mundo, que acontece a cada instante, mudando também a informação que o caracteriza. Se considerarmos o conhecimento como sendo algo que está intimamente relacionado com a informação [31], conclui-se que a busca pelo conhecimento é um processo sem fim, que nos obriga a um constante esforço de atualização. À medida que evolui o conhecimento, evolui também a forma como se busca esse conhecimento. Ou seja, a mudança não acontece apenas ao nível da substância, mas também ao nível da forma. Veja-se, por exemplo, como o surgimento da Internet introduziu alterações ao nível da forma como a informação hoje é procurada. O que se espera a cada momento, é aceder à melhor substância, da melhor forma possível.

Sendo o *SQL* o principal enfoque deste trabalho, impõe-se que seja feito o seu enquadramento histórico e tecnológico. As suas raízes remontam a 1974, altura em que na *IBM* se desenvolvia um sistema relacional designado *System R*, e, paralelamente, uma linguagem, designada *SE-QUEL*, destinada a ser utilizada nesse sistema, que mais tarde veio a dar origem à linguagem *SQL* [24]. Com a crescente popularidade dos Sistemas de Gestão de Bases de Dados (SGBD) relacionais, a linguagem *SQL* seguiu o mesmo caminho, tendo sido adotada por outros fabricantes. Apesar de ser um *standard*, o *SQL* tem quase tantas versões quanto os sistemas existentes no mercado [5], e.g., *MySQL*, *PostgreSQL*, *Microsoft SQL Server*, *Oracle*, *IBM DB2*, entre outros. No entanto, no que respeita às ações e comandos fundamentais, o papel e utilização é semelhante em todos eles [5]. Para além do comum, o laboratório também terá a missão de explorar as diferenças entre vários SGBD.

Importa notar que, embora relacionados, SGBD e Bases de Dados são coisas distintas. A base de dados corresponde a uma coleção de dados estruturados, organizados e armazenados fisicamente de forma persistente. O SGBD corresponde ao *software* destinado a gerir o armazenamento e a manipular os dados, escondendo todos os detalhes [7] e complexidade subjacentes. Neste contexto, surge o *SQL*, uma linguagem específica para acesso e manipulação de bases de dados relacionais, que permite aos utilizadores e aplicações interrogarem ou operarem sobre essas bases de dados [7].

Esta dissertação incide sobre os ensinamentos acerca de todos estes conceitos, em especial, o *SQL*. Tratando-se de uma solução *online*, terá todos os benefícios associados às ferramentas de ensino *online*, e.g., obviar os problemas associados às restrições de utilização dos espaços, materiais e equipamentos [30], pois, os alunos poderão estar dispersos. Além disso, o ensino *online* apresenta algumas vantagens pedagógicas, face o modelo tradicional: número de alunos ilimitado, ilimitado pelo tempo e pelo espaço, aprendizagem assíncrona e não linear, possibilidade de utilização de diversos tipos de conteúdos, e aplicação de recursos globais [30].

A existência deste tipo de soluções torna-se cada vez mais premente, especialmente, numa al-

tura em que, cada vez mais, os alunos falam na linguagem dos computadores e da Internet, havendo, por isso, quem os designe de nativos digitais [25].

Assim, o **SQLin**, enquanto *Laboratório Online de SQL*, pretende ser um meio de acesso a conhecimentos sobre **SQL** (substância), através da disponibilização de vários recursos online (forma).

1.1 Motivação

Da importância atribuída ao conhecimento, nasceu a ideia de criar um ponto de contacto, que ajude a compreender a mecânica por detrás de grande parte da informação que consumimos, guardada em bases de dados, mostrando de que forma pode ser estruturada, manipulada, extrapolada e servida.

A ideia ficou ainda mais reforçada, ao se ter observado algum vazio, no que respeita a sistemas especialmente vocacionados para o ensino de **SQL**. Considerou-se assim, que havia espaço para um projeto neste domínio, que integrasse a teoria e a prática, e que permitisse saciar diversos tipos de sede de conhecimento. Acima de tudo, desejava-se criar uma solução com uma forte componente laboratorial, que proporcionasse aos utilizadores uma experiência singular.

1.2 Objetivos

O objetivo primordial do projeto assentava na criação de um laboratório *online* de **SQL**, que permitisse realizar experiências ao nível da utilização da linguagem. No entanto, o âmbito acabou por se ampliar, à medida que se foi tentando construir o conceito, até porque a prática, só por si, representa apenas uma parte do processo de aprendizagem. Então, rapidamente, o projeto evoluiu para uma plataforma, transversal, vocacionada para o ensino do **SQL**, seus fundamentos e diferentes vertentes, quer no que concerne à teoria e prática, quer no que é inerente às diferenças entre os vários SGBD existentes no mercado.

Para além da capacidade de integração da teoria e da prática, ambiciona-se também que a plataforma sustente formas de colaboração e partilha do saber, e que abra uma porta a todos aqueles que desejem aprender **SQL**, quer como autodidatas, quer como membros de um grupo, acompanhados por um tutor.

Indo um pouco mais além e consolidando aquilo que foi referido anteriormente, pretende-se que o projeto concretize uma prova de conceito, relativamente a uma plataforma educativa *online*, bem estruturada e de forma a potenciar a colaboração e partilha, fundamentais no processo de produção e aquisição de conhecimento.

O derradeiro ensejo é que a solução encontrada seja vista como uma mais-valia no domínio pe-

1. Introdução

dagógico do *SQL*. Espera-se, por isso, que este momento represente um bom ponto de partida, havendo muito espaço para trabalho futuro.

1.3 Principais contribuições

A principal contribuição incide, essencialmente, na aplicação de um conceito, que pretende agregar em si todos os recursos considerados essenciais para um processo de aprendizagem bem sucedido. Esse conceito, ilustrado na figura 1.1, pode ser visto como uma filosofia, que deverá orientar o caminho a ser percorrido, com destino à aquisição de conhecimento, colocando-se algum ênfase na necessidade de, por vezes, se refletir antes de agir. Isto, em termos mais abstratos.

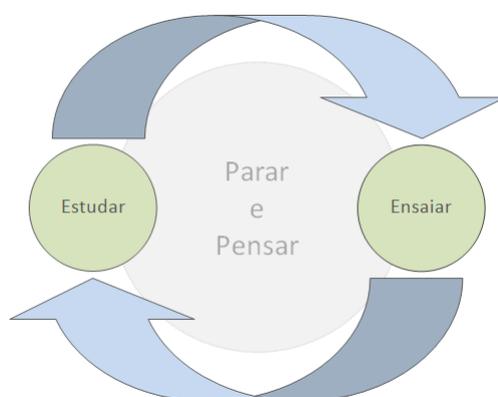


Figura 1.1: Filosofia

Em termos mais concretos, a maior contribuição está na forma como se coloca lado a lado, a teoria e a prática. Exalta-se a importância da teoria, e procura-se acrescentar à prática um valor difícil de encontrar, se olharmos para o atual estado da arte. Disponibilizam-se recursos que fomentam a colaboração e partilha, e junta-se a possibilidade de realização de ensaios práticos, com o objetivo de proporcionar experiências que se traduzam na aquisição efetiva de conhecimento, no que a vários *SGBD* diz respeito.

Concretizando um pouco mais, enumeram-se as principais contribuições:

- Criação de uma solução capaz de suportar uma comunidade dedicada exclusivamente ao ensino/aprendizagem de *SQL*;
- Desenvolvimento de um ambiente laboratorial que permite exercitar conhecimentos e interagir com sistemas semelhantes aos que existem no mundo empresarial/institucional;
- Criação de condições propícias à especialização em *SGBD* específicos, *e.g.*, *MySQL*, *SQL Server*, *Oracle*, ou outros;

- Promoção do conceito de teoria ilustrada. Sempre que possível, a teoria deverá ser complementada com vídeos ilustrativos, porque "uma imagem vale por mil palavras";
- Sensibilização relativamente à necessidade de, por vezes, se parar e pensar, salientando que existem tempos a respeitar num processo de aprendizagem bem sucedido;
- Criação de espaço para outros projetos académicos em torno do *SQL*. Por exemplo, o desenvolvimento de *parsers* para as diversas variantes, que explorem a "inteligência" na forma como interpretam as expressões e analisam a existência de alternativas mais eficientes.

1.4 Organização da Dissertação

Esta dissertação encontra-se organizada nos seguintes cinco capítulos:

1. **Introdução**
2. **Estado da Arte**
3. **Proposta**
4. **Protótipo**
5. **Conclusões**

O **Capítulo 1** faz o enquadramento do projeto, assim como a motivação, objetivos, principais contribuições, e a presente explicação da organização da dissertação.

No **Capítulo 2** é abordado o estado da arte, no que diz respeito a *e-learning*, com o objetivo de apreender os conceitos que envolvem o tema da aprendizagem *online*. São também estudados sistemas semelhantes, que revelam características potencialmente enriquecedoras do projeto, e que por isso, são vistas como possíveis fontes de inspiração.

O **Capítulo 3** foca-se na visão que se construiu e faz-se uma proposta, que reflete, não só os conceitos e funcionalidades originais, mas também ideias extraídas do capítulo anterior.

O **Capítulo 4** descreve a forma como a proposta foi transposta para o protótipo, tecnologias utilizadas, principais desafios e decisões, e também a forma como todos elementos foram combinados entre si.

Finalmente, no **Capítulo 5**, são feitas considerações sobre o trabalho desenvolvido, fazendo-se também algumas alusões a trabalho futuro que complete ou enriqueça o apresentado nesta dissertação.

2

Estado da Arte

Conteúdo

2.1	Trabalhos semelhantes, vocacionados para o ensino de SQL	10
2.1.1	SQLator	11
2.1.2	LabSQL	11
2.2	Aprendizagem <i>online</i>	11
2.2.1	EdX	12
2.2.2	Class2Ggo	14
2.2.3	Udacity	17
2.2.4	Coursera	18
2.2.5	MIT OpenCourseWare	19
2.2.6	W3Schools	20
2.2.7	Lynda	20
2.2.8	SQL Course	20
2.3	Potenciais ferramentas de suporte	20
2.3.1	Joomla	21
2.3.2	Liferay	21
2.3.3	Zql	21
2.3.4	General SQL Parser (GSP)	22
2.3.5	Ext JS	22
2.3.6	Dojo	22
2.3.7	jQuery	22
2.3.8	CakePHP	22
2.3.9	CodeIgniter	23
2.4	Conclusões	23

2. Estado da Arte

Existem vários artigos e estudos que abordam a temática dos laboratórios remotos e simulados [26] [14] [22] [34] [23] [30] [20], existindo, inclusive, compilações de artigos subordinados a esta temática [13]. Todos eles são unânimes em considerar que a prática num ambiente controlado e destinado a esse fim, é um aspecto fundamental na aprendizagem e consolidação de conhecimentos, uma vez que os vários paradigmas pedagógicos se tornaram obsoletos face a novos meios de armazenamento e difusão da informação que funcionam, cada vez mais, como auxiliares da nossa própria cognição [6].

Na maioria dos laboratórios *online* estudados, o que é disponibilizado é um ambiente simulado, que permite fazer algumas experiências. No entanto, existem também várias soluções que disponibilizam um ambiente virtual que interage com um ambiente tradicional [6][26][22][17], ou seja, permitem levar a cabo algumas ações que se repercutem num laboratório real, localizado a montante. Normalmente, estas soluções surgem no domínio da eletrónica, física ou química, que embora nada tenham a ver com o âmbito do presente projeto, constituem abordagens interessantes, e por isso receberam aqui uma merecida referência.

No que diz respeito ao *SQL*, existe na Internet muita informação. A maioria encontra-se organizada em blogues e fóruns. Existem também vários sítios que disponibilizam questionários para testar os conhecimentos. Em alguns, é mesmo possível fazer consultas (*queries*) a uma base de dados, mas com limitações. No plano teórico a informação é abundante, no entanto, não é fácil encontrar um local que permita exercitar os conhecimentos, nem, tampouco, que dê a conhecer diferentes vertentes do *SQL*, que é como quem diz, diferentes SGBD. Embora se pretenda colocar algum ênfase na teoria, um dos principais objetivos do projeto será, precisamente, superar essas limitações e proporcionar aos utilizadores interessados a possibilidade de explorarem bases de dados, mais ou menos complexas, e assim terem a oportunidade de estarem em contacto com um sistema de dimensão e complexidade semelhante aos sistemas encontrados no «mundo real».

Aos poucos, enquanto este trabalho ia evoluindo e se construía o modelo concetual, foi-se percebendo que o que estava em causa já não seria apenas um laboratório *online*, mas uma solução de *e-learning* mais abrangente, que incluísse a componente laboratorial. Aconteceu, portanto, um aumento do âmbito inicialmente pensado para o projeto, e a análise do estado da arte passou a contemplar o *e-learning* como meio de ensino e aprendizagem.

O *e-learning* tem vindo a ganhar cada vez mais preponderância, em grande medida, porque permite ultrapassar algumas das limitações do ensino tradicional, em ambiente de sala de aula. Por um lado, temos as instituições de ensino, que procuram encontrar formas de chegar mais perto dos alunos, ou seja, de encurtar o distanciamento e constrangimento impostos pela restrições físicas e geográficas. Qualquer um pode hoje, no conforto do seu lar, ter acesso aos mais vari-

ados tipos de recursos e conhecimento, com grande flexibilidade na gestão do tempo. Por outro lado, temos os curiosos, com sede de conhecimento e que procuram acompanhar a evolução, e também os profissionais que entendem que são um capital valioso para o seu empregador. Para estes, o sucesso depende, em grande medida, da sua capacidade de absorverem informação rapidamente e desenvolverem as competências necessárias ao acompanhamento das constantes mudanças que vão acontecendo no meio em que estão inseridos [15].

Um dos grandes desafios que as soluções de *e-learning* enfrentam, é conseguirem atrair novos utilizadores. Mas, o maior desafio de todos, é fazê-los permanecer. Neste sentido, o principal fator valorizador e diferenciador assenta na qualidade da experiência proporcionada, em particular, na qualidade dos conteúdos [15].

Tabela 2.1: Dimensões pedagógicas a considerar no *e-learning*

Dimensão	Significado
Abordagem construtiva	O novo conhecimento é construído sobre uma base de conhecimento prévio. Depois de consolidado, o novo conhecimento passa a integrar o conhecimento basilar, e fará parte do conhecimento prévio em futuras novas aprendizagens.
Aprendizagem guiada pelo próprio	Responsabilização do estudante pelo próprio processo de aprendizagem, dando-lhe algumas indicações acerca dos objetivos que consubstanciam uma aprendizagem bem sucedida.
Evocar motivação intrínseca	Utilizar mecanismos que promovam a motivação, ou seja, evitem sentimentos de frustração e isolamento. Isto pode ser alcançado, por exemplo, através de conversação instantânea.
Abordagem reflexiva	Os momentos de estudo não são limitados pelo espaço nem pelo tempo, como no ensino tradicional, em ambiente de sala de aula. Além disto, o <i>site</i> de cada tema ou curso, é um arquivo que reflete tudo o que vai acontecendo ao longo do tempo.
Estilos de aprendizagem individuais	O espaço formativo <i>online</i> deverá ser flexível e responder a vários estilos de aprendizagem, respeitando e dando espaço a diferentes dimensões dominantes de inteligência, ritmo preferido, e grau de preferência de ordem ou método.
Aprendizagem experiencial	A aprendizagem não deve ser apenas um processo passivo, mas também demonstrativo e/ou experiencial.
Aprendizagem em contexto individual e social	Além da aprendizagem individual, deverá também haver espaço para aprendizagem colaborativa, como acontece nos fóruns de discussão.
Aprendizagem não linear	Estudos demonstram que, quando se estuda, o cérebro assimila os conceitos em espiral, de forma progressiva. Assim, o processo de aprendizagem deverá ser composto por ciclos de aprendizagem, os longo dos quais os temas vão sendo cada vez mais aprofundados e detalhados.
Reflexão	Aprendizagem de ordem superior exige reflexão, para que o conhecimento seja devidamente interiorizado e consolidado.

A qualidade do *e-learning* é um aspeto cada vez mais valorizado [15] [2] [16], defendendo-se que

2. Estado da Arte

algumas dimensões pedagógicas essenciais deverão ser consideradas, conforme se resume na tabela 2.1.

Para além das dimensões pedagógicas que o *e-learning* deverá acomodar, outros elementos concorrem para tornar a aprendizagem efetiva [16]. Esses elementos encontram-se resumidos na tabela 2.2.

Tabela 2.2: Medidas de avaliação da eficácia de uma solução de *e-learning*

Elemento	Significado
Projeto educativo	A pedagogia em si, ou seja, a forma como a entrega do conhecimento é realizada.
Conformidade do currículo e das normas	A medida em que o currículo e as normas estão alinhados com os objetivos de aprendizagem.
Conteúdo educacional	A qualidade dos conteúdos e das matérias, organização, e âmbito.
Recursos de suporte ao aluno	Prevalência de políticas de uso aceitável, documentação de procedimentos, e outras formas de apoio aos alunos.
Recursos de suporte ao professor	Instruções e outros materiais de suporte ao professor.
Arquitetura do Site	Qualidade da interface, gráficos e recursos multimédia.

Da análise das tabelas 2.1 e 2.2, ressalta a importância dos critérios a ter em conta para se construir uma solução de *e-learning* de qualidade e, por conseguinte, criação de condições que aumentem a probabilidade da aprendizagem ser bem sucedida.

Depois de se ter estudado e compreendido melhor a dimensão e natureza do *e-learning*, chegou o momento de conhecer e analisar algumas soluções existentes na Internet. É certo que algumas dessas soluções não encerrarão em si todos os conceitos que se acabou de analisar, no entanto, continuam a ser soluções de *e-learning*, na medida em são uma forma digital (*e*) de promover a aprendizagem (*learning*).

2.1 Trabalhos semelhantes, vocacionados para o ensino de SQL

De todos os trabalhos identificados, apenas dois se aproximaram um pouco do conceito inicialmente pensado para este projeto. Foram também os únicos que não foi possível localizar na Internet, para observação, tendo a análise baseado-se exclusivamente na consulta de documentos.

2.1.1 SQLator

Resultado de um trabalho académico de há alguns anos, o *SQLator* [27] é uma ferramenta para ensino de SQL, que proporciona um ambiente de *e-learning*, ao qual os alunos se podem associar. Disponibiliza algumas bases de dados para realização de *queries* e resolução de exercícios práticos. Apresenta como funcionalidade principal, a capacidade de avaliar se uma expressão em SQL, corresponde à expressão na língua inglesa a que se refere a pergunta do exercício, validando assim, se a solução está correta, ou não. Permite que o aluno possa medir o seu desempenho através de estatísticas, e possibilita também a comunicação entre o aluno e o professor.

2.1.2 LabSQL

Igualmente resultado de um trabalho académico, o *LabSQL* [20] é também destinado ao ensino de SQL. Pretende ser um ambiente interativo com a missão de, por um lado, ajudar os alunos a aprender SQL, e por outro, facilitar os professores na tarefa de avaliação das atividades laboratoriais. Permite também aos professores, o acompanhamento dos trabalhos da turma, como um todo, e de cada aluno, individualmente. Contempla a análise de expressões SQL e indicação do seu grau de concordância com a "solução ideal" (solução proposta pelo professor), através da utilização de métricas.

2.2 Aprendizagem *online*

Para além dos projetos mencionados atrás, foram identificados alguns outros sistemas de *e-learning* interessantes, de aplicação genérica.

A maioria dessas soluções baseia-se em gestores de conteúdos pré-concebidos, genéricos e que se adaptam à maioria das necessidades. Um dos sistemas mais populares é o *Moodle* e pode ser utilizado de forma gratuita. Pela altura da escrita desta dissertação, constatou-se que algumas universidades portuguesas estão também a utilizar outro sistema, o *Blackboard*. Embora uma análise extensiva destes sistemas pudesse ser interessante, fazê-lo seria um trabalho pouco objetivo, até porque, o enfoque da dissertação não é o *e-learning* em si. Em contrapartida, considera-se mais profícuo analisar soluções de aprendizagem, independentemente do sistema que as suporta.

Destaca-se o facto de algumas dessas soluções resultarem do esforço e empreendedorismo de universidades, em alguns casos conjunto, o que comprova o valor que é, cada vez mais, reconhecido ao ensino ministrado através de plataformas *online*.

De seguida ir-se-á apresentar uma seleção de soluções de *e-learning* que se considerou interessantes, e que por isso são encaradas como fontes de inspiração.

2. Estado da Arte

2.2.1 EdX

EdX é uma organização sem fins lucrativos fundada pela universidade de *Harvard* e pelo *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*, que alega ter como objetivo oferecer educação de qualidade, de forma dinâmica e interativa. Desde a fundação, muitas outras instituições mundiais se juntaram a esta iniciativa, formando um consórcio (*xConsortium*). O consórcio tem vindo a desenvolver uma plataforma (figura 2.1) de aprendizagem *online*, *open-source*, também designada *edX*, que pode ser utilizada pelas instituições de ensino que a queiram adotar. Existe também um portal na Internet, acessível a todos, onde são oferecidos cursos gratuitos (**MOOC**) por parte das instituições de ensino do consórcio.

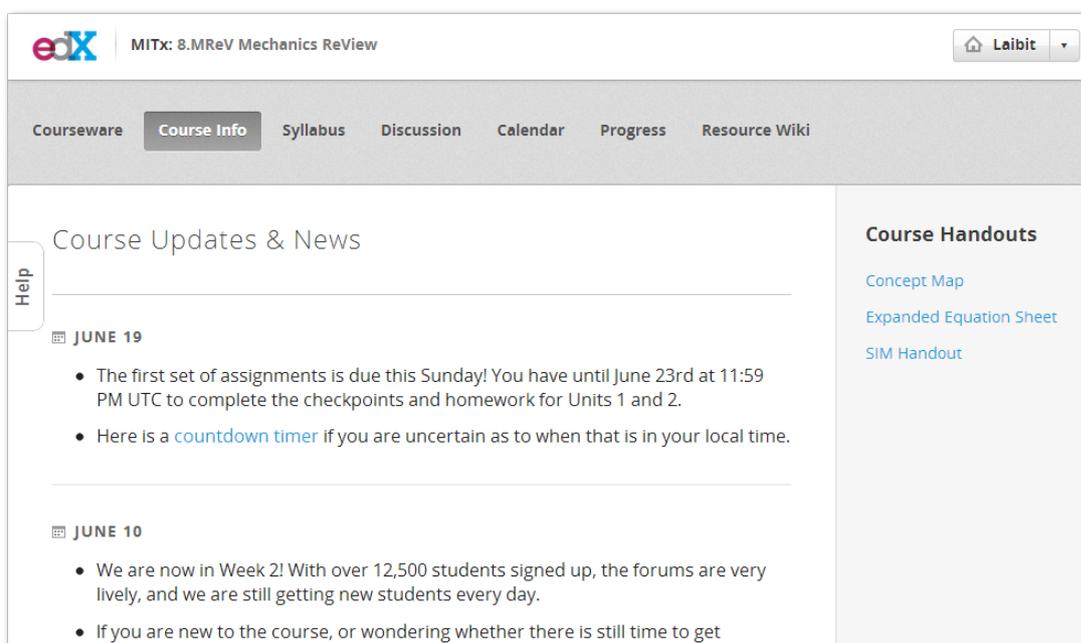


Figura 2.1: EdX - Plataforma de *e-learning*

Num **vídeo promocional** da plataforma, a presidente do *MIT*, *Susan Hockfield*, refere que “**A educação online não é inimiga da educação residencial, mas sim profundamente libertadora e inspiradora**”. No mesmo vídeo, *Alan M. Garber (Harvard)*, diz que esperam transformar, não só a aprendizagem dentro de cada instituição, mas também a aprendizagem *online*. Duas opiniões reveladores da ambição por detrás da plataforma. A disponibilização de cursos no portal, de acesso livre e gratuito, serve, não só, como forma de contribuir para a educação das pessoas, mas também para servir de laboratório, dado que vão recolhendo e utilizando a opinião dos alunos. **Noutro vídeo**, *Anant Agarwal*, presidente da *EdX*, refere que num questionário ao qual responderam milhares de alunos, depois de um curso, 99% foram da opinião de que a experiência tinha sido tão boa, ou melhor, do que uma experiência em contexto de sala de aula.

Ao se registar na plataforma, cada aluno pode consultar a lista de cursos disponíveis, e escolher

aquele, ou aqueles, que são do seu interesse, e inscrever-se. Na página inicial (*dashboard*), são apresentados os cursos em que o aluno está inscrito, e também os seus dados pessoais, que poderá atualizar quando entender.

A forma de estruturação dos cursos pode variar, consoante o tipo de curso e as opções dos responsáveis. Todavia, existem características que estão presentes na maioria, nomeadamente:

- **Courseware** - Secção onde está a maioria do material didático, e onde o aluno passará a maior parte do tempo. Está dividida em unidades (ou lições). Cada lição pode ainda ser organizada em uma ou mais partes (ou momentos), ao longo das quais vão sendo disponibilizados os materiais, tais como: informação textual, vídeos (*Youtube*), e aferição dos conhecimentos adquiridos através de questionários;
- **Course Info** - Notícias ou outras informações que os responsáveis queiram partilhar;
- **Syllabus** - Informação sobre o programa de estudos;
- **Discussion** - Fórum de discussão onde os alunos podem colocar questões, que tanto podem ser respondidas pelos professores, como pelos restantes colegas. Destaca-se o facto das discussões poderem ser iniciadas no contexto do conteúdos abordados nas lições, podendo continuar a ser seguidas no fórum;
- **Calendar** - Um calendário (*Google*), que mostra todas as datas importantes, nomeadamente, as datas limite para conclusão de algumas tarefas. Os alunos que tenham conta *Google* podem, com facilidade, integrar os momentos assinalados no calendário do curso, no seu próprio calendário;
- **Wiki** - Secção onde os alunos podem manter as notas coletivas;
- **Progress** - Informação sobre a progressão do aluno no curso, quer em termos da percentagem progredida, quer em termos da percentagem bem sucedida, dando também a visão das condições de obtenção de aproveitamento em que o aluno se encontra;
- **Readings** - Literatura recomendada.

Além dos principais aspetos que se acabou de focar, existem outros que merecem ser notados. Os vídeos podem ser vistos à velocidade normal, mais rápido ou mais lento, consoante a preferência do aluno. Além disso, tudo o que é falado no vídeo, está transcrito ao lado, em que o que vai sendo dito é destacado no texto.

Outra característica interessante, está relacionado com a escrita de expressões, no contexto de resposta a algumas questões. Ao se escrever a expressão usando o teclado, é mostrado junto à mesma uma versão mais inteligível, semelhante à que se escreveria à mão em papel (figura 2.2). É uma ferramenta muito útil, que permite conferir se a expressão escrita corresponde realmente

2. Estado da Arte

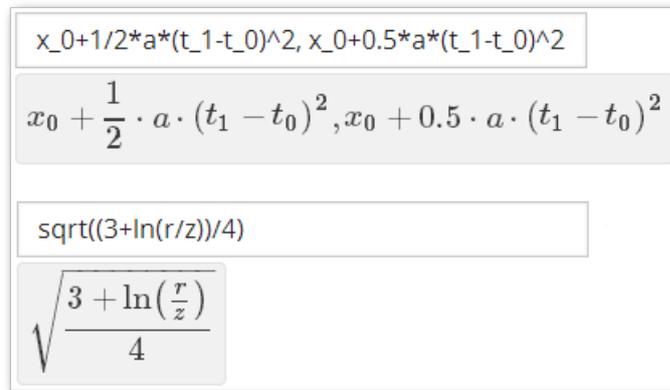


Figura 2.2: Plataforma edX - Escrita de fórmula

àquilo que se pretende. Para ajudar nos cálculos, existe ainda uma "máquina de calcular", no canto inferior direito da página onde está o material didático, que pode ser utilizada a qualquer momento.

Se, no fim de cada curso, de acordo com as regras definidas, se considerar que o aluno obteve aproveitamento, este será merecedor de um diploma.

URL edx.org

2.2.2 Class2Ggo

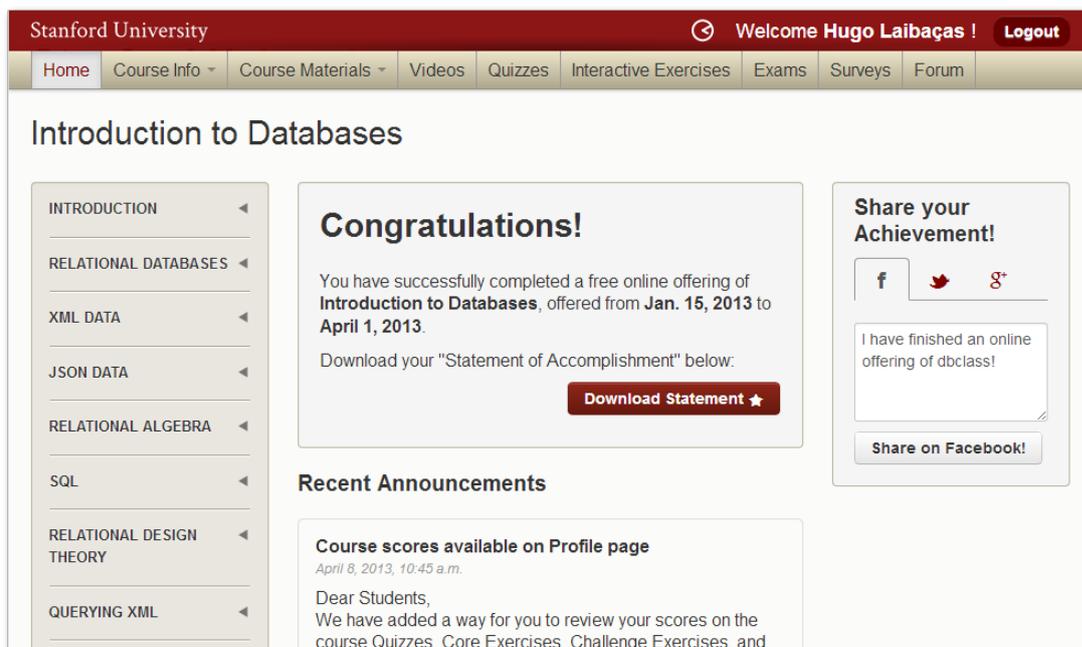


Figura 2.3: Class2Go - Plataforma de e-learning

Class2Go é também uma plataforma de aprendizagem *online* (ilustrada na figura 2.3), *open-*

source, desenvolvida pela Universidade de *Stanford*. É utilizada pela própria universidade, internamente, para apoio, quer do corpo docente, quer dos alunos, no sentido de favorecer a atividade letiva. Além da instância interna, também existe um portal na Internet, acessível a qualquer um que se queira registar e usufruir dos cursos. Até ao momento, apenas 3 cursos foram disponibilizados, sendo um deles designado de «Introdução às Bases de Dados», que se teve oportunidade acompanhar e concluir.

Também aqui, a forma de estruturação dos cursos pode variar, de acordo com as necessidades e opções dos responsáveis. Os recursos mais importantes são:

- **Home** - Página inicial, onde o aluno tem acesso aos tópicos abordados no curso, bem como aos principais conteúdos de cada tópico. Encontra também aqui os anúncios que o corpo docente entenda fazer;
- **Course Info** - Informação sobre o curso, nomeadamente, visão geral, enquadramento temporal, datas obrigatórias para conclusão de tarefas, literatura recomendada, perguntas frequentes, e estatísticas;
- **Course Materials** - Todos os materiais (vídeos, apresentações, questionários, exercícios práticos) utilizados, organizados por tópico. No caso dos vídeos, é possível ver a quantidade visionada. Isto revela que também os responsáveis conseguem saber o que cada aluno vê ou faz;
- **Videos** - Lista de todos os vídeos, incluindo as apresentações (anotadas e não anotadas) correspondentes. Os vídeos visionados *online* estão alojados no *Youtube*, mas é possível transferi-los para o computador, em formato *mp4*;
- **Quizzes** - Questionários que são feitos ao longo dos tópicos ministrados. Cada questionário apenas pode ser respondido um número limitado de vezes. Quando o curso está a decorrer, o aluno pode responder algumas vezes a cada questionário, até que consiga alcançar o número de respostas certas exigidas, ou então para melhorar a classificação obtida anteriormente;
- **Interactive Exercises** - Exercícios práticos agrupados por tópico. No curso de introdução às bases de dados, a maioria dos exercícios consistiam na escrita de expressões *SQL*;
- **Exams** - Exames necessários para a obtenção de aproveitamento. Cada exame está disponível para realização durante um período de tempo, normalmente, 3 dias. Após iniciados, os exames têm uma duração máxima. Se o aluno não submeter o exame antes da terminar o tempo, não terá outra oportunidade, nem terá aproveitamento. Cada exame só pode ser submetido uma vez;

2. Estado da Arte

- **Surveys** - Questionários de opinião, normalmente utilizados para analisar as expectativas iniciais do aluno, e também perceber o grau de satisfação no final;
- **Forum** - Fórum de discussão. Nesta plataforma a discussão é suportada por um sistema externo (*piazza*), integrado.

É uma ferramenta fácil de usar, bem organizada, que segue um paradigma não muito distante da *EdX*. Segundo a Universidade de *Stanford*, o objetivo seria criar uma plataforma de qualidade, que pudesse ser utilizada sem custos por qualquer instituição de ensino no mundo. No entanto, a universidade alterou o rumo, e decidiu unir-se à organização *EdX* para, em conjunto, criarem a “melhor plataforma aberta de educação *online*”. O objetivo da parceria passa por incluir na plataforma *EdX*, algumas funcionalidades da *Class2Ggo*, em particular, as que confirmam à primeira mais-valias que ainda não tenha.

De experiência que se teve, destaca-se como positivo o facto de, no âmbito de alguns exercícios práticos, ser possível escrever *queries* e testar os conhecimentos adquiridos. Se o resultado (*result set*) da *query* for o esperado pela plataforma, a resposta é considerada correta.

Question 1
Find all pizzas eaten by at least one female over the age of 20.

- [View the RA Relational Algebra Syntax guide](#)
- If you generate an error, you will see the message from the underlying SQLite system – apologies for the lack of better error messages

```
\project_{pizza} (select_{(gender='female' and age>'20')} (Person \join Eats))
```

Correct

Your Query Result:

cheese
mushroom
supreme

Expected Query Result:

cheese
mushroom
supreme

Figura 2.4: Plataforma Class2Go - Exercício sobre Álgebra Relacional

Outro aspeto que também se considerou muito valioso, foi a escrita de expressões em álgebra relacional (figura 2.4), no âmbito de alguns exercícios práticos. Neste caso, era invocado um sistema externo, que recebia as expressões, interpretava-as e convertia-as em expressões *SQL* equivalentes, que por sua vez eram enviadas para o SGBD. Se o resultado devolvido fosse igual ao esperado pela plataforma, a expressão seria considerada correta. Esta possibilidade de poder exercitar os conhecimentos em matéria de álgebra relacional é muito importante, em termos

acadêmicos, dado que se trata de um assunto associado à gênese do *SQL*.

Se o aluno obtiver aproveitamento, ou seja, alcançar determinada percentagem de respostas certas, nos questionários e exames, terá direito a um certificado. Algumas tarefas são opcionais, mas se o aluno também as realizar a atingir uma percentagem de acertos superior a 90%, será merecedor de um certificado de conclusão com distinção. Um elemento diferenciador, que pode representar uma motivação extra para muitos alunos.

URL class2go.stanford.edu

2.2.3 Udacity

Outra solução de *e-learning*, que resultou de uma experiência da Universidade de *Stanford*, em que dois alunos *Sebastian Thrun* e *Peter Norvig*, ofereceram *online*, um curso de Introdução à Inteligência Artificial. Cerca de 160 mil alunos de todo o mundo aderiram, tendo sido considerado um sucesso. Algum tempo depois, decidiram criar a plataforma *Udacity* (figura 2.5).

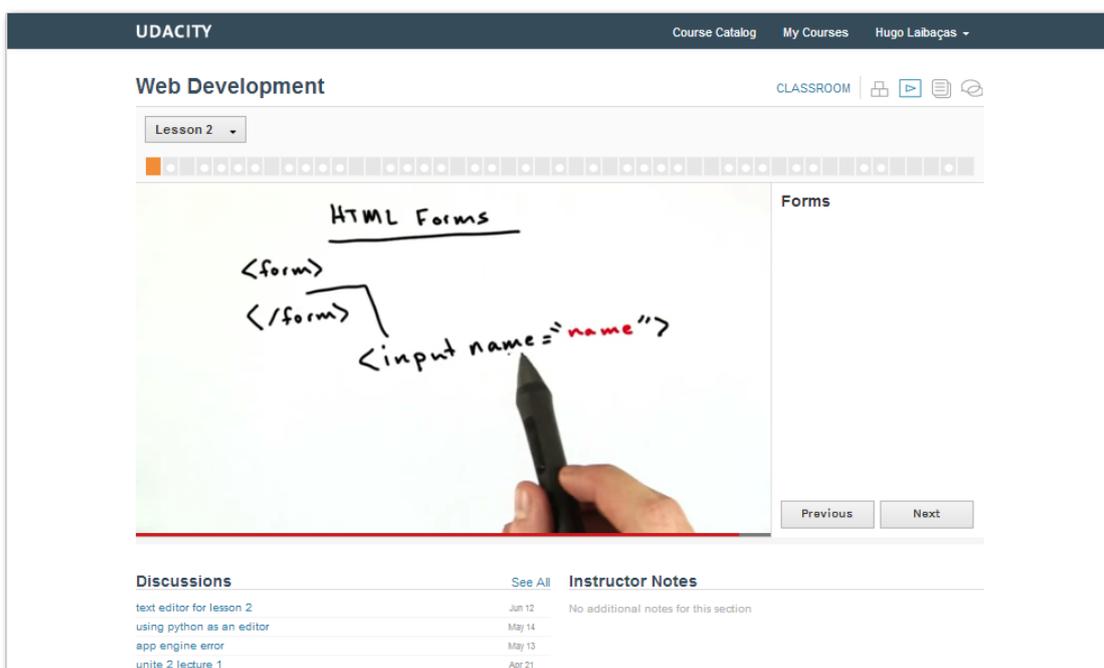


Figura 2.5: Udacity - Plataforma de *e-learning*

Esta diferencia-se um pouco das apresentadas anteriormente. A interface é mais simples e limpa, ou seja, tem menos informação no ecrã, colocando muito ênfase no principal meio de transmissão da informação: o vídeo. Cada curso é constituído por uma série de vídeos que se destacam pela clareza de exposição dos assuntos, combinando a fala com notas e desenhos. Cada vídeo aborda um tópico e, junto, o instrutor pode disponibilizar notas adicionais e material de apoio, como documentos.

2. Estado da Arte

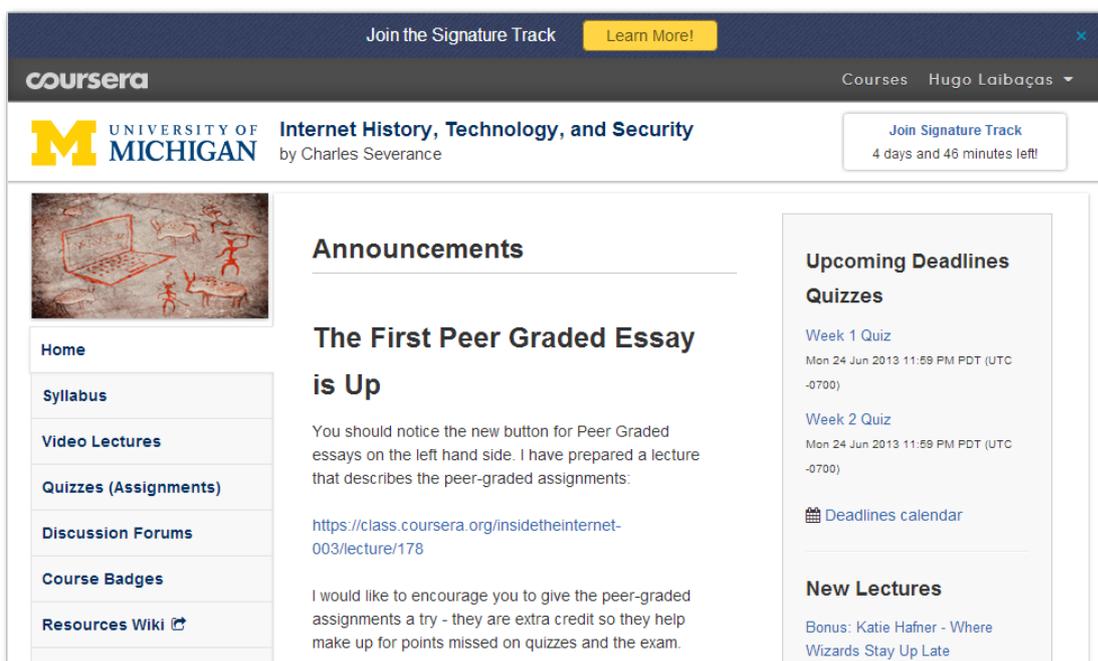
As interações entre os intervenientes, instrutores e alunos, é mantida através do fórum de discussão. Cada curso tem a sua própria secção no fórum, e cada vídeo (tópico) pode ter associadas várias discussões. Por isso mesmo, junto a cada vídeo, existe uma funcionalidade que permite iniciar uma discussão (normalmente suscitada devido a dúvidas) acerca dos assuntos abordados no vídeo. É, igualmente, possível ver todas as discussões existentes associadas.

A validação dos conhecimentos é realizada nos próprios vídeos, onde vão sendo feitas perguntas, tendo como suporte o seu conteúdo. Depois do aluno visionar todos os vídeos e responder corretamente às questões consideradas essenciais, no fim, obterá um certificado comprovativo.

URL udacity.com

2.2.4 Coursera

Coursera é uma empresa na área da educação, que disponibiliza cursos *online*, ministrados por universidades de todo o mundo, com as quais estabelece parcerias.



The screenshot shows the Coursera interface for a course titled "Internet History, Technology, and Security" by Charles Severance, offered by the University of Michigan. The page layout includes a top navigation bar with "Join the Signature Track" and "Learn More!" buttons. Below the course title, there is a "Join Signature Track" button indicating "4 days and 46 minutes left!". The main content area is divided into three sections: "Announcements" featuring a post about "The First Peer Graded Essay is Up" with a URL and a message encouraging peer-graded assignments; "Upcoming Deadlines Quizzes" listing "Week 1 Quiz" and "Week 2 Quiz" with their respective dates and times; and "New Lectures" featuring a "Bonus: Katie Hafner - Where Wizards Stay Up Late". A left-hand navigation menu includes links for Home, Syllabus, Video Lectures, Quizzes (Assignments), Discussion Forums, Course Badges, and Resources Wiki.

Figura 2.6: Coursera - Plataforma de *e-learning*

Em termos genéricos, esta plataforma, ilustrada na figura 2.6, não difere muito das abordadas anteriormente, no entanto, como é natural, tem as suas especificidades, razão que justifica a referência aos recursos mais importantes que disponibiliza:

- **Home** - Página inicial, que disponibiliza anúncios importantes e também informação respeitante datas que se aproximam, aulas e discussões recentes;

- **Syllabus** - Plano de estudos e regras de avaliação. Mostra também o peso, em termos de pontos, que cada momento de avaliação tem na nota final;
- **Video Lectures** - Lista de todos os vídeos disponíveis, agrupados por tópico. Os vídeos já visionados encontram-se identificados com um visto. As discussões acerca do conteúdo do vídeo, podem ser iniciadas a partir do mesmo, direcionando o aluno para a respetiva secção no fórum. Todos os vídeos são passíveis de serem transferidos (*download*) para o computador do aluno, ou vistos *online*. Estão integrados na plataforma, mas alojados no *Youtube*;
- **Quizzes (Assignments)** - Todos os testes (questionários) atribuídos para aluno realizar. Cada teste pode ser realizado várias vezes, até que o aluno obtenha o aproveitamento total (ideal), ou entenda ter obtido o aproveitamento máximo que consegue. Depois da data limite, os alunos continuam a poder fazer o teste, mas não obterão qualquer crédito (pontos);
- **Discussion Forums** - Fóruns onde são criadas e mantidas as discussões, no âmbito de cada curso;
- **Course Badges** - Este é um aspeto que não foi encontrado nas plataformas anteriores. Consoante a atividade de cada alunos nos fóruns, pode receber diferentes distinções, fazendo-se assim notar a todos os demais, o esforço e dedicação de cada aluno;
- **Wiki** - Um sistema externo à plataforma, onde os alunos podem construir uma base de conhecimento e notas coletivas. Cada secção está relacionada com um curso, porém, nem todos os cursos têm este recurso associado;
- **Certificates** - Certificados que cada aluno já obteve, em todos os cursos em que participou.

Qualquer aluno que obtenha aproveitamento, de acordo com a política de avaliação definida, terá direito a um certificado de conclusão. Embora nas plataformas anteriores não ser explícito, nesta é que, se o aluno quiser um certificado passível de ser validado e reconhecido internacionalmente, terá de pagar por isso.

URL coursera.org

2.2.5 MIT OpenCourseWare

Uma plataforma Web utilizada como forma de publicação da maioria dos conteúdos relacionados com cursos ministrados no *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*. Baseia-se na filosofia de que o conhecimento deve estar disponível a todos, estudantes ou curiosos, ajudando desta forma o mundo a evoluir. É uma iniciativa louvável, que fará, certamente, a diferença na vida de muitas pessoas. Os recursos disponibilizados vão desde os *slides* das aulas, aos documentos

2. Estado da Arte

de apoio utilizados, vídeos dos professores a lecionarem, exercícios propostos, até à bibliografia recomendada. Os conceitos chave de cada aula são também destacados e explicados, junto aos recursos dessa mesma aula.

Não pode deixar de se referir que é uma experiência académica muito interessante, poder visio-nar aulas de professores de uma instituição de ensino tão prestigiada a nível mundial.

URL ocw.mit.edu

2.2.6 W3Schools

Uma referência no que respeita a tecnologias relacionadas com a Web, incluindo também o *SQL*. O «W3» sugere a conformidade com os standards do *World Wide Web Consortium (W3C)*. Para um primeiro contacto com uma tecnologia voltada para a Web, não deve haver melhor. É um recurso muito rico, especialmente, em conhecimentos teóricos, mas também permite experimentar.

URL w3schools.com

2.2.7 Lynda

Um *site* que disponibiliza cursos em vídeo, sobre um vasto leque de tecnologias, onde está incluindo o *SQL* e alguns *SGBD*. Os cursos são muito bem estruturados, os assuntos expostos de forma clara e divididos em capítulos, tal como acontece nos livros. O nível de profundidade conferido também varia, dado que o público-alvo vai deste os principiantes aos utilizadores mais avançados.

URL lynda.com

2.2.8 SQL Course

Trata-se de um tutorial de introdução ao *SQL*, que paralelamente a cada lição, também permite praticar utilizando o seu interpretador *online*.

Disponibiliza informação relativamente à maioria dos *SGBD*.

URL sqlcourse.com

2.3 Potenciais ferramentas de suporte

A concretização de uma solução como a que se encontra aqui a ser explorada, com os recursos que lhe são esperados, obriga a uma fina seleção das ferramentas que lhe servirão de base. Há questões que se devem colocar, nomeadamente, no que diz respeito à forma como acontecerá a implementação. Ou seja, deverá avaliar-se e decidir-se o que vai ser desenvolvido de novo e o que poderá ser alcançado utilizando tecnologia já desenvolvida. A utilização de recursos (*e.g.*,

frameworks, [CMS](#)) já desenvolvidas e que vão ao encontro das necessidades, sem que isso coloque em causa os padrões de qualidade desejados, são uma grande mais-valia, pelo tempo e esforço que permitem poupar. Por exemplo, a gestão das autenticações e de todos os restantes recursos disponibilizados poderá ser realizada através de uma ferramenta que agregue em si essas capacidades.

Neste âmbito, existem, atualmente, inúmeras alternativas com potencialidade para servirem os intentos do laboratório. Em alguns casos, existem alternativas equiparadas, que possibilitam alcançar objetivos semelhantes, ainda que divergentes na forma como são servidos. Nestes casos, é preciso analisar e escolher qual a alternativa que melhor se adequa, em função dos meios disponibilizados para alcançar os propósitos.

De seguida ir-se-á fazer uma referência às várias ferramentas consideradas potenciais candidatas à sustentação do laboratório.

2.3.1 Joomla

Provavelmente, o sistema de gestão de conteúdos ([CMS](#)) mais popular da Internet. Já tem alguns anos e é alimentado por uma vasta comunidade, contando por isso com um grande número de extensões e *plugins* que lhe acrescentam capacidades quase ilimitadas, e uma adaptabilidade e flexibilidade extrema. Desenvolvido em [PHP](#), pode ser executado no servidor Web *Apache* e suporta bases de dados *MySQL*.

URL joomla.org

2.3.2 Liferay

Mais recente do que o *Joomla*, o *Liferay* tem vindo a ganhar preponderância, contanto também já com uma grande comunidade de seguidores. Trata-se de um portal que, para além da capacidade de gestão de conteúdos, possui uma componente muito forte ao nível da colaboração. Desenvolvido em Java, deve ser executado no servidor Web J2EE (*e.g. Tomcat*) e suporta todos os tipos de bases de dados.

URL liferay.com

2.3.3 Zql

Zql é um analisador sintático (*parser*) de SQL, escrito em *Java*. Analisa o SQL e preenche estruturas *Java* que representam instruções e expressões. Pode ser usado gratuitamente.

URL zql.sourceforge.net

2. Estado da Arte

2.3.4 General SQL Parser (GSP)

O GSP é também um analisador sintático de SQL desenvolvido em *Java*, semelhante ao *Zql*. Aparenta ser mais robusto, até porque suporta algumas extensões da linguagem SQL padrão, como *PL/SQL* e *T-SQL*, para *Oracle* e *SQL Server*, respetivamente. A sua utilização requer uma licença comercial.

URL sqlparser.com

2.3.5 Ext JS

Uma *framework* baseada em *Javascript* que permite a construção de aplicações ricas, fazendo com que a experiência de utilização de uma aplicação Web, se equipare à experiência de utilização de aplicações *desktop*, disponibilizadas no ambiente nativo dos sistemas operativos. Existe, também, a versão *Ext GWT*, que é uma versão da *framework* que utiliza compilador do *Google Web Toolkit (GWT)*, de forma a permitir criar aplicações utilizando *Java*.

URL sencha.com

2.3.6 Dojo

Outra *framework* baseada em *Javascript*, semelhante ao *Ext JS*. Trata-se de uma ferramenta também muito interessante, apesar de parecer um pouco menos maduro e apelativo do que o congénere referido anteriormente. O *Ext JS* apresenta-se um pouco mais sofisticado e com uma documentação melhor estruturada e abundante.

URL dojotoolkit.org

2.3.7 jQuery

Biblioteca *Javascript* que tem como lema permitir fazer mais, escrevendo menos. É um compromisso completamente sustentado e comprovado. É de fato uma ferramenta muito útil e poderosa, que permite adicionar interatividade e animação às aplicações Web. Para além da boa experiência de utilização que torna possível, de forma simples, assegura a compatibilidade com os standards, sendo por isso, suportado pelos *browsers* mais populares.

URL jquery.com

2.3.8 CakePHP

Uma *framework* de desenvolvimento rápido para *PHP*. Fornece uma arquitetura extensível para desenvolver, manter e publicar aplicações, baseada na arquitetura *MVC (Model-View-Controller)*. Já existe há alguns anos, tendo atingido um bom nível de maturidade, o que a tornou uma das

preferidas dos desenvolvedores em PHP. De salientar que permite a integração com algumas das ferramentas mencionadas anteriormente, nomeadamente, o *Ext JS* e *dojo*.

URL cakephp.org

2.3.9 CodeIgniter

Igualmente uma *framework* baseada na arquitetura MVC, semelhante ao *CakePHP* e também muito utilizado pela comunidade de desenvolvedores com PHP.

URL codeigniter.com

2.4 Conclusões

Antes do início do processo de avaliação do estado da arte, já se presumia a não existência de alternativas que, de alguma forma, se equiparassem àquele que é o pressuposto em estudo e apresentado nesta dissertação. Este facto contribuiu para acentuar o valor e a viabilidade do projeto.

Fora do âmbito do *SQL*, existem alguns estudos e trabalhos sobre laboratórios virtuais e remotos. Neste domínio, foram identificados dois géneros de laboratórios *online*, que procuram disponibilizar algumas das mais-valias encontradas nos laboratórios tradicionais. Por um lado, o ambiente puramente simulador, por outro, o ambiente de controlo remoto, com todas as diferenças que lhes estão subjacentes.

Como em muitas outras áreas, a consolidação dos conhecimentos teóricos carece de ensaios práticos. Em termos de *SQL*, observou-se algum vazio, não tendo sido identificado um sítio, cujas características o façam merecer a designação de laboratório *online*. Embora se tenha encontrado plataformas que permitem a aquisição de conhecimentos relacionados com bases de dados, apenas a *Class2Ggo* permite aprofundar o *SQL*, no entanto, não permite explicar as suas variantes.

O distanciamento que existe entre a maioria das soluções analisadas e aquilo que se pretende de um laboratório online de *SQL*, é algum, porém, a sua análise em muito contribuiu para o processo da tomada de consciência e formulação do modelo conceptual que se pretende implementar.

As plataformas de *e-learning* analisadas constituíram uma boa surpresa, pois, constatou-se que já existe muito, e bom, trabalho realizado nesta área. O acesso à educação de qualidade, fora do contexto da sala de aula tradicional, é já uma realidade. Embora todas as plataformas abordadas disponibilizem cursos gratuitos, acredita-se que, além da missão educativa, está também a explorar-se o "filão" subjacente ao ensino *online* ministrado por instituições prestigiadas, por via da certificação reconhecida, passível de ser verificada e comprovada eletronicamente.

2. Estado da Arte

No âmbito do ensino *online*, ressalta como fator preponderante, a importância dos alunos usufruírem de experiências práticas, para que desenvolvam as necessárias capacidades e competências [34]. Para além da importância reconhecida aos ensaios práticos, também se considera importante a riqueza de conhecimento que se pode alcançar enquanto estudioso, a partir da sinergia entre o consumo e produção de informação [6]. Assim, dotar o projeto, não só dos mecanismos necessários à exploração da componente teórica e prática, mas também de mecanismos de colaboração, é considerado um elemento potenciador do sucesso da solução.

No decurso da análise do estado da arte, algumas ideias base ficaram retidas, como características potencialmente interessantes (algumas diferenciadoras), tais como:

- Qualidade dos conteúdos;
- Existência de diferentes regimes de aprendizagem, *e.g.*, tutorial e autodidata;
- Disponibilização de formas de aferição da aprendizagem, *e.g.*, questionários;
- Gradação do aluno, consoante o nível de conhecimentos adquiridos e comprovados;
- Ferramentas de colaboração, *e.g.*, fóruns, conversação instantânea, *wiki*;
- Existência de uma componente que permita a realização de experiências e testes práticos, como forma de consolidação da aprendizagem.

Relativamente às ferramentas de suporte a utilizar, foram identificadas algumas, consideradas boas alternativas. Claro que muitas outras poderiam ter sido referidas, de entre as inúmeras que proliferam pela Internet, porém, a escolha recaiu sobre as que, aparentemente, se revestem de maior notoriedade e qualidade. Por estas razões, se encara cada uma delas como potencial peça do projeto. A concretização da escolha basear-se-á nas garantias que as mesmas oferecem, nomeadamente, ao nível da qualidade e simplicidade que emprestem, no sentido de se promover a eficácia e a eficiência que se almeja alcançar.

3

Proposta

Conteúdo

3.1	O conceito	26
3.2	Arquitetura	27
3.3	Perfis de utilização	28
3.4	Navegação e estrutura	28
3.4.1	Teoria	30
3.4.2	Artigos de especialidade (Blogue)	30
3.4.3	Vídeos e Documentos	31
3.4.4	Prática	31
3.4.5	Discussão	31
3.4.6	Conversação instantânea	31
3.4.7	Testes para aferição de conhecimentos	32
3.4.8	Parar e Pensar	32
3.5	O Laboratório	32
3.5.1	Interface	33
3.5.2	Analizador de SQL (<i>Parser</i>)	34
3.5.3	Um jogo sério	34
3.5.4	Consultor de eficiência	36
3.5.5	Parametrização	37

3. Proposta

No momento em que se abraçou o presente projeto, existia uma ténue ideia acerca do que se pretendia, quer em termos de forma, quer em termos de substância. No entanto, à medida que a análise ia progredindo e as ideias amadurecendo, o modelo foi-se consolidando, até ao momento em que se chegou a um conceito que se crê ser digno de receber a menção de laboratório *online*.

3.1 O conceito

Pretende-se que a solução consubstancie um lugar onde o contacto com o *SQL* possa ser tão profundo quanto o interesse de cada um, como se de um mergulho se tratasse, em que a profundidade do mesmo dependerá da vontade e capacidade do praticante. Para designar este conceito, foi escolhido o nome «**SQLin**», como representação das ações de entrar ou mergulhar no *SQL*, em analogia com as expressões inglesas «*get in*» (entrar) e «*dive in*» (mergulhar em).

O conceito basilar que se acabou de descrever, reveste-se ainda de uma forte componente de colaboração e partilha, porque se entende que estes fatores fomentam a aprendizagem e estimulam a contínua busca do conhecimento. Aliás, o conceito de aprendizagem colaborativa, com o propósito de alcançar um objetivo comum, tem sido amplamente pesquisado e defendido em vasta literatura de especialidade [12]. No âmbito da aprendizagem colaborativa o sucesso de um aluno pode contribuir para que outros alunos possam igualmente ser bem sucedidos [14].

No plano teórico, que representa uma pedra basilar na aquisição de conhecimento, o portal disponibilizará informação na forma de artigos, documentos e vídeos, esperando-se que a informação se apresente rica em substância.

Para além da informação partilhada entre a comunidade, em particular, por parte dos membros responsáveis pela produção de conteúdos, o **SQLin** contará com uma interface para consulta de bases de dados, através da qual será possível realizar *queries SQL*, permitindo assim o aprofundamento da componente prática, em que cada membro utilizará as bases de dados colocadas ao seu dispor.

De forma a acrescentar um fator extra de motivação, cada membro poderá alcançar reconhecimento, comprovando o seu grau de maturidade através da aferição da qualidade e quantidade de interações nas componentes colaborativas, e também através da realização de testes de escolha múltipla, distribuídos ao longo de diversos níveis de dificuldade.

Nesta fase inicial, existirão apenas dois perfis, conforme se refere na secção dedicada aos «**Perfis de utilização**». No entanto, poderá vir a considerar-se a existência de mais perfis de utilização, como forma de fomentar a participação da comunidade e potenciar a interação entre os membros.

A tabela 3.1 resume o âmbito esperado para o **SQLin**.

Tabela 3.1: Sintetização do âmbito do projeto

Caraterística	Significado
Teoria	Acesso a conhecimentos teóricos basilares, boas práticas, recomendações e documentação relevante. Sempre que possível, a teoria deverá ser acompanhada de vídeos ilustrativos.
Prática (experimentação)	Consolidação do conhecimento.
Comunidade	Um lugar partilhado por inúmeras pessoas proporciona a criação de sinergias.
Colaboração e partilha	Fomenta o envolvimento dos utilizadores, potenciando a troca de ideias e experiências, e, por conseguinte, a aprendizagem.
Reconhecimento	Aferição dos conhecimentos detidos, não só para própria consciencialização, mas também para obtenção de reconhecimento perante a comunidade.
Multi-idioma	Todos os recursos deverão estar disponíveis em, pelo menos, dois idiomas: português e inglês.

3.2 Arquitetura

De forma a suportar o conceito inerente ao **SQLin**, foi delineada uma arquitetura, ilustrada na figura 3.1 que se crê ir ao encontro dos requisitos da solução. A arquitetura poderia ser abordada de diversas formas, no entanto, esta foi a que se considerou mais lógica e natural, pelo menos, nesta fase.

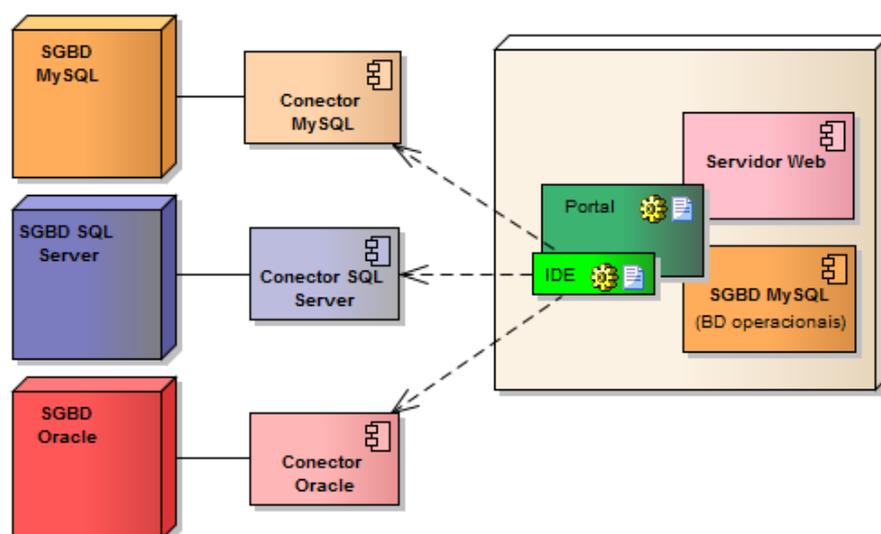


Figura 3.1: Arquitetura proposta

À semelhança do que acontece com a maioria das soluções disponíveis na Internet, o sistema funcionará de acordo com uma arquitetura cliente-servidor, acessível a partir de qualquer nave-

3. Proposta

gador Web instalado num computador com ligação à Internet.

Os recursos disponíveis serão servidos através de uma ferramenta de gestão de conteúdos, que agregará em si todas funcionalidades, e através da qual se realizará a integração com outras ferramentas, de forma a se acrescentar mais recursos. Ou seja, o ponto de contacto será realizado através de um portal, que será o integrador do tudo o que concerne ao laboratório.

O ambiente de ensaio (laboratório) representa uma aplicação independente, desenvolvida à medida e integrada no portal, conferindo a este o mais importante recurso, na medida em que constitui o elemento impulsionador desta dissertação.

As bases de dados de ensaio encontrar-se-ão em servidores dedicados, separadas dos dados operacionais, de forma a se assegurar o melhor desempenho possível. Ao aceder ao ambiente de ensaio, cada utilizador poderá conectar-se a essas bases de dados e interagir com as mesmas a seu bel-prazer, de acordo com as restrições impostas pelo ambiente.

3.3 Perfis de utilização

Como já se mencionou, embora esteja prevista a existência de vários perfis de utilização, nesta fase inicial, em que se procura levar a cabo uma prova de conceito, existirão apenas dois perfis: aluno/aprendiz e professor/tutor.

O **professor** será responsável pela publicação de conteúdos, nomeadamente, artigos, vídeos, documentos, testes, e esclarecimento de dúvidas no fórum de discussão e na conversação instantânea. Pode criar grupos, aos quais poderá adicionar os membros que entender.

O **aluno** será o ator principal, que poderá usufruir de todos os recursos disponibilizados. Poderá escolher o professor, ou os professores, e procurar junto destes, a ajuda e orientação que necessitar. Caberá depois ao tutor incluir o aluno num grupo que considere adequado.

Além destes dois perfis, um outro é necessário - o Administrador -, embora sem a mesma relevância dos anteriores. Não terá qualquer intervenção no processo de aprendizagem, mas será responsável pelo apoio técnico, especialmente ao Professor, no sentido de auxiliar este último na prossecução da sua missão educativa. O Administrador será também responsável pela publicação de alguns conteúdos, em particular, aqueles que não deverão ficar vinculados a qualquer professor, devido ao seu carácter geral ou transversal.

3.4 Navegação e estrutura

Indo ao encontro daquilo que se descreveu em «O conceito», é agora o momento para expor os géneros de conteúdos a incluir no **SQLin**.

Propõe-se que o portal tenha duas vertentes: uma pública e outra privada. A vertente pública, ilustrada na figura 3.2, tem dois objetivos. Um deles consiste em disponibilizar conteúdos que constituam uma base de conhecimento acessível a todos quantos visitem o portal, cumprindo assim uma parte da missão educativa. O outro objetivo será servir de âncora, no sentido de chamar a atenção e cativar novos membros. Com cada novo membro, poderá chegar também novos conhecimentos e experiências, que poderão enriquecer o panorama educativo.



Figura 3.2: Navegação e estrutura - Vertente pública



Figura 3.3: Navegação e estrutura - Vertente privada

A vertente privada do portal, ilustrada na figura 3.3, complementar a pública, e disponibilizará

3. Proposta

acesso a mais recursos, nomeadamente, ao nível da componente colaborativa e prática (*SQLin Lab*). Poderá ainda disponibilizar o acesso a outros *sites* dentro do portal, focados em temas específicos.

Existe uma lógica, não só por detrás dos recursos propostos, como da ordem pela qual estes são apresentados. O processo de aprendizagem deverá sempre começar pelos conhecimentos basilares, a teoria. Depois, surge a necessidade de interligar e consolidar alguns desses conhecimentos, o que poderá ser conseguido lendo artigos de especialidade. Tudo se tornará mais claro depois de se observar a dinâmica através do visionamento de vídeos demonstrativos. Uma vez interiorizados alguns conhecimentos, eventualmente, surgirão dúvidas, que devem ser discutidas. A dado momento, surge a necessidade de nos colocarmos à prova, respondendo a testes e fazendo experiências no laboratório.

O processo de aprendizagem deverá também incluir alguns momentos de paragem, que permitam analisar o caminho que já foi percorrido, eventualmente, corrigir alguma coisa, e definir os passos seguintes.

A distribuição da informação dentro de cada recurso subdividir-se-á, nesta fase, em 3 categorias:

- Fundamentos do *SQL*;
- *MySQL*;
- *SQL Server*;
- *Oracle*.

De seguida irá ser feita uma explicação sobre a visão de cada um dos recursos.

3.4.1 Teoria

Uma das principais secções, onde serão abordadas os fundamentos do *SQL*, nomeadamente, a nomenclatura da linguagem e a forma como esta pode ser utilizada para aceder e manipular bases de dados. Além disso, será também aprofundado o *SQL* no contexto de cada um dos *SGBD* já mencionados.

3.4.2 Artigos de especialidade (Blogue)

Os artigos são encarados como um valioso complemento à informação disponibilizada na «*Teoria*», através dos quais os professores (ou outros produtores de conteúdos) poderão transmitir conhecimentos mais alargados, resultantes do seu estudo e experiência, e que por isso, poderão constituir uma mais-valia para aqueles que estão no início, e para aqueles que desejam aprofundar ou consolidar os seus conhecimentos. Cada artigo terá a missão de consubstanciar um

impulso capaz de fazer progredir cada aluno na senda do conhecimento, fomentando a interligação entre as várias matérias e conceitos. Deverão ser encarados como referências, disponíveis para consulta a todo o tempo.

3.4.3 Vídeos e Documentos

Costuma dizer-se que «uma imagem vale por mil palavras». Pois então, esta secção será destinada à publicação de tutoriais em vídeo e/ou documentos, que visarão ensinar conceitos e ilustrar de que forma a teoria poderá ser concretizada na prática. Os tutoriais poderão ser agrupados por tema, ou avulso, no entanto, todos serão enquadrados dentro de uma das categorias existentes, anteriormente referidas.

3.4.4 Prática

Esta secção representa o motivo que está na génese deste projeto, sendo, por isso, considerado o mais importante recurso e principal fator diferenciador, relativamente às demais soluções existentes na Internet. Será concretizado através de uma aplicação e integrado no portal, que disponibilizará a interface através da qual se fará a interação com as bases de dados à disposição do laboratório.

Devido ao especial enfoque, este assunto será analisado mais detalhadamente na secção «[O Laboratório](#)», onde serão descritas as funcionalidades e desafios subjacentes, bem como as soluções encontradas.

3.4.5 Discussão

“Da discussão nasce a luz”, costuma dizer-se. A comprovar isso, temos o facto dos fóruns de discussão serem um recurso abundante na Internet, dedicados aos mais variados temas e cuja utilidade é de unânime aceitação. Além disso, a possibilidade de contacto permanente com o(s) tutor(es) é, normalmente, considerado pelos alunos como um aspeto muito positivo [11]. Por tudo isto, também no *SQLin* haverá espaço para um fórum de discussão.

3.4.6 Conversação instantânea

Como complemento aos fóruns de discussão, deverá existir a possibilidade de troca de mensagens em tempo real, que os membros poderão utilizar para trocar ideias com o tutor, e também com seu círculo de membros mais próximos. Muito importante para que os alunos não se sintam isolados ou frustrados, na medida em que permite a realização de interações com retorno imediato.

3.4.7 Testes para aferição de conhecimentos

Em qualquer processo de aprendizagem é necessário que, de vez em quando, se confrontem os conhecimentos adquiridos. Estes momentos deverão ser encarados como pontos de controlo e/ou avaliação, que permitem perceber se a aprendizagem tem estado, ou não, a ser bem sucedida. Por outro lado, pela consciência que proporcionam relativamente aos conhecimentos detidos até ao momento, contribuem para uma definição mais ajustada do processo de estudo a seguir.

3.4.8 Parar e Pensar

Como parte integrante do processo de aprendizagem, deverão existir momentos de consciencialização, que imponham que se pare e se pense um pouco, *e.g.*, "Donde vim, onde estou, para onde quero ir".

Considera-se importante compreender que os índices de comprometimento para com um objetivo, a clareza de raciocínio, ou a inspiração, são suscetíveis de sofrer variações, por várias razões. Há que aprender a discernir se o momento é propício à ação, ou não. Para que um processo de estruturação do conhecimento seja realmente profícuo, é importante que se respeite os tempos desse processo, e perceber que, umas vezes é preciso agir a dar o nosso melhor, outras vezes é preciso parar e pensar. Não respeitar os tempos, pode levar a processos de aprendizagem inconsistentes, sujeitos a erros, más decisões, ou a obscurecimento de conhecimento já adquirido.

Na prática, consistirá numa página com imagens acompanhadas de afirmações provocatórias ou reflexões, que instiguem à tal paragem e reflexão, sempre que os utilizadores sentirem necessidade desse momento. Aliás, um dos objetivos deste recurso, é promover a [Filosofia](#) proposta como orientação ao longo do processo de aprendizagem, e sensibilizar para a necessidade dos momentos de paragem e reflexão, uma das «[Dimensões pedagógicas a considerar no e-learning](#)».

3.5 O Laboratório

Tal como já se teve oportunidade de referir anteriormente, o laboratório, enquanto recurso substanciado numa interface de ensaios práticos, integrado no portal, constitui a principal motivação para realização do presente projeto, podendo, por isso, ser considerado a sua «joia da coroa». Representa também, o recurso que coloca os maiores desafios de implementação. Por estas razões, se encontra aqui a ser analisado com mais profundidade.

É certo que a implementação do laboratório se revestirá de muitos detalhes e desafios, no en-

tanto, não será relevante escapelizar tudo, devendo a atenção recair naqueles que são considerados os pontos-chave, nomeadamente, a interface, a análise (*parse*) e execução de *queries*, e a interatividade.

3.5.1 Interface

A componente prática de *SQL* representa a alma do projeto, na medida em que foi esta a característica identificada como lacuna por preencher.

Muitas poderiam ser as abordagens possíveis, porém, nesta fase primordial, propõe-se uma solução que seja simples, objetiva, eficaz, e próxima do conceito habitualmente encontrado no contexto das ferramentas de ligação a SGBD e execução de *queries*.

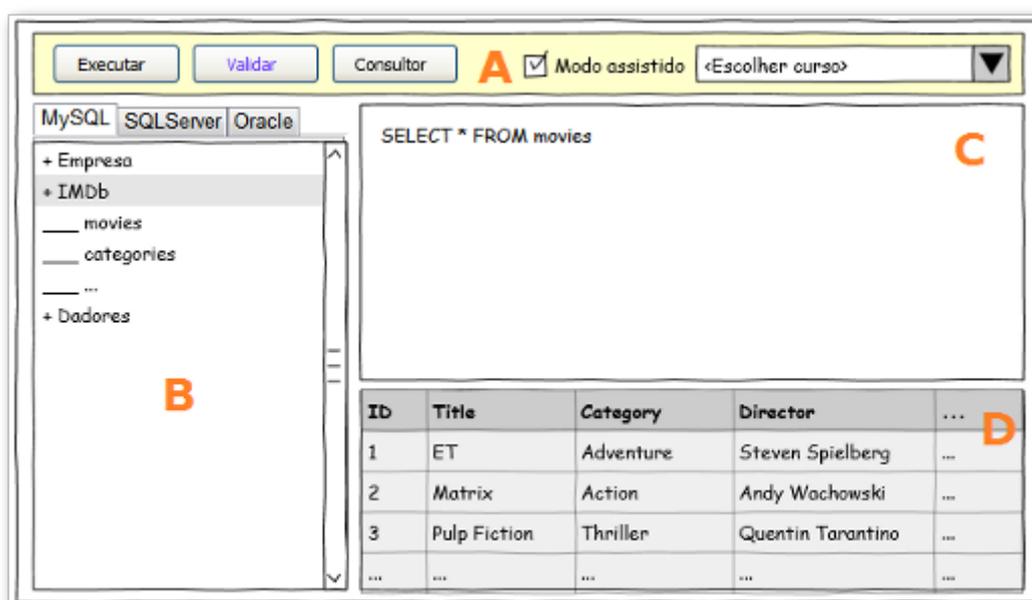


Figura 3.4: Estrutura da interface proposta

Descrição das áreas identificadas na figura 3.4:

- A** - Controlos que despoletam as ações de «execução» e «validação» do *SQL* digitado;
- B** - Bases de dados disponíveis. A escolha da base de dados, define o contexto em que terá lugar o código *SQL*;
- C** - Zona para escrita de *SQL*, para sua posterior análise (*parsing*) ou execução;
- D** - Resultado do *SQL* executado, que tanto pode ser os dados selecionados, como as mensagens do sistema.

Propõe-se assim, uma estrutura de configuração semelhante à encontrada em muitas outras interfaces para acesso e manipulação de bases de dados, que disponibilizará apenas algumas

3. Proposta

funcionalidades essenciais.

3.5.2 Analisador de SQL (*Parser*)

Uma das funcionalidades a disponibilizar na interface do laboratório, prende-se com a validação de *queries SQL*. Isto poderá acontecer, não só quando se solicita a validação explícita do código escrito, mas também no momento da execução, de forma a se garantir que apenas é enviado para o SGBD, *SQL* que esteja corretamente escrito. No entanto, a validação antes de enviar a consulta para o SGBD, poderá retirar alguma riqueza à aprendizagem, na medida em que, ao se enviar apenas *queries* válidas, não se obterão mensagens de erro provenientes do servidor, o que reduzirá o grau de familiaridade com este, prejudicando o conhecimento e sensibilidade para tratar esses mesmos erros num ambiente real.

Assim, salvo motivos técnicos ou funcionais de força maior, o sistema permitirá a submissão de *queries* inválidas para o servidor, contribuindo para que a relação entre os utilizadores e os SGBD seja tão estreita quanto possível.

A importância do analisador de *queries* não advém apenas da sua relevância enquanto funcionalidade, mas também da complexidade que lhe está subjacente [29], de tal forma, que pode ser considerada um projeto, por si só. Assim, e em alternativa ao desenvolvimento de uma solução de raiz e exclusiva, poderá ser adotada uma ferramenta já desenvolvida, passível de ser integrada no portal, e que dê as necessárias garantias de qualidade e de resposta aos requisitos.

Os detalhes acerca desse *parser* serão conhecidos no capítulo seguinte, dedicado ao «Protótipo».

3.5.3 Um jogo sério

Apetrechar o laboratório dos recursos essenciais e habitualmente encontrados nos interfaces gráficos (GUI) do género, é muito importante, mas não suficiente, dada a vincada natureza educativa da solução. Daí se ter considerado positiva a importação do conceito de Jogo Sério para dentro do projeto, especialmente, por se este ser dedicado ao ensino, uma das áreas onde o conceito tem vingado.

O conceito foi abordado pela primeira vez por *Clark Abt*, num livro publicado em 1970, intitulado *Serious Games*, referindo-se aos Jogos Sérios como "A arte e ciência dos jogos que simulam aspetos da vida" [1]. Desde então, os jogos sérios têm estado a ganhar importância e a serem cada vez mais utilizados em várias áreas, nomeadamente, na educação [3] [21] [31] [10], com a intenção de contribuírem para melhorar alguns aspetos da aprendizagem [9]. Há quem argumente que os jogos digitais, incluindo a simulação e a virtualização, têm o potencial de serem importantes ferramentas de ensino, dado que permitem levar a cabo envolventes atividades interativas e

imersivas [31] [18]. No caso particular dos jogos sérios, destaca-se ainda a pedagogia que lhes está subjacente, pois, com os conteúdos integrados no jogo, a aprendizagem torna-se intrínseca [31]. Ao encerrarem em si atividades que educam ou instruem, os jogos sérios proporcionam a aquisição de conhecimento e o desenvolvimento de habilidades [35].

Por tudo isto, considera-se que incorporar no laboratório o conceito de *Jogo Sério* é um fator muito valorizador, dado que os jogos sérios oferecem uma poderosa e efetiva abordagem ao processo de aprendizagem e desenvolvimento de competências [9].

Neste sentido, é importante que o jogo disponha de algumas características que contribuam para manter o interesse e motivação dos jogadores [10], neste caso, dos estudantes. Por conseguinte, a mecânica deverá assentar num princípio de progressão [10], que terá subjacente um crescente **desafio** (grau de dificuldade) [9]. Por outro lado, é também imperioso a existência de **interatividade** [9], de forma a acompanhar os utilizadores, especialmente, os menos experientes, durante o processo de aprendizagem prática. Na sequência do sucesso ou insucesso dos ensaios (jogadas) realizados, deverão haver **consequências** [9], mais concretamente, *feedback* positivo ou negativo [10] e ganho ou perda de pontos, respetivamente.

Propõe-se então, que o laboratório possa ser utilizado em dois modos distintos, tal como se descreve na tabela 3.2.

Tabela 3.2: Modos de utilização do laboratório

Modo	Descrição
Assistido	Constante acompanhamento dos utilizadores, que receberão de um assistente, sugestões e avisos que ajudem a progredir nas tarefas a realizar. Este modo é essencial para utilizadores com pouca ou nenhuma experiência, evitando situações de perda ou desmotivação, ajudando por isso, a manter a focalização.
Autónomo	Os utilizadores estarão por sua conta e não receberão qualquer ajuda acrescida. Indicado para utilizadores com alguma experiência. Modo por defeito.

O modo «Autónomo» corresponde à normal utilização do laboratório, em que se supõe que o utilizador já possui algum domínio sobre os fundamentos do SQL.

O modo «Assistido» visa consubstanciar um facilitador no acesso à componente prática, de forma a ajudar os utilizadores menos experientes a inserirem-se nessa área de conhecimento. Esta funcionalidade acrescentará alguma complexidade à solução, no que respeita à sua implementação, mas, tal justifica-se pela mais-valia que representará no processo de aprendizagem. Na prática, o modo assistido traduzir-se-á na atribuição de um conjunto de tarefas por parte do assistente. Cada conjunto de tarefas será agrupado em cursos, que se distribuirão por níveis de dificuldade, como por exemplo, **principiante**, **intermédio** e **avançado**.

3. Proposta

Cada tarefa será composta pelas seguintes componentes:

- **Desafio** - Desafio colocado ao utilizador, ou seja, a descrição da tarefa;
- **Ajuda** - Caso o utilizador não compreenda bem o desafio, ou esteja com dificuldades em chegar à solução, pode solicitar alguma informação adicional;
- **Solução** - A *query* que resolve o desafio. Serve, não só, para que o aluno possa comparar com a solução a que chegou, bem como comparar o resultado da execução de ambas as soluções. Se o utilizador não conseguir realizar a tarefa, pode solicitar que lhe seja fornecida a solução, que terá como consequência a perda de pontos.

Cada membro, acumulará pontos por cada resposta certa, cujo valor variará consoante o nível de dificuldade. Num nível de maior dificuldade, cada resposta valerá mais do que num nível mais simples. A superação do desafio, valerá um número extra de pontos.

Cada curso será configurado através de um documento *XML*, que será interpretado pelo assistente. Esse documento conterá, para além das tarefas, informação acerca do próprio curso, nomeadamente, nome, objetivo e grau de dificuldade.

Paralelamente aos ficheiros de configuração de cada curso, existirá outro, também no formato *XML*, com mensagens de incentivo. Se uma tarefa se prolongar por um determinado período de tempo, sem que seja dada por terminada, o assistente emitirá uma mensagem aleatória, extraída do ficheiro, com o objetivo de incentivar o utilizador.

3.5.4 Consultor de eficiência

Alcançar um objetivo é sempre um motivo de satisfação, e, na maioria dos casos, é tudo quanto basta. Mais ou menos longos, mais ou menos rápidos, mais ou menos interessantes, vários são os caminhos que podem levar a um mesmo objetivo. Todavia, o melhor caminho não se caracteriza apenas por se aquele que nos permite chegar onde queremos, mas também pelo seu valor intrínseco, em função dos recursos (valiosos) que nos permite poupar, condicionado pela abundância ou escassez desses recursos. Tudo isto pode ser resumido em apenas uma palavra: eficiência.

Poderá definir-se eficiência, como sendo realizar o máximo, com o menor esforço possível. No mundo da computação, as coisas não são diferentes, com a ligeira diferença de que, o esforço é visto como custo (ou dispêndio). O custo de uma operação pode traduzir-se em função dos recursos que consome, e.g., memória, processador, armazenamento, entre outros. Porém, o fator mais preponderante para medição do custo é o tempo. Quanto mais rápido, mais eficiente.

Se transpusermos a problemática da eficiência para o domínio da execução de *queries SQL*, o tempo continua a ser criticamente preponderante, na medida em que quanto mais depressa for

obtida a resposta, mais rapidamente ela chegará ao sistema final, e, possivelmente, ao utilizador que ansiosamente aguarda.

Assim, considera-se relevante e diferenciador que o laboratório possua uma funcionalidade de consultoria, que, a pedido, analisará a *query*, e fará sugestões de melhoria, caso detete alternativas mais eficientes ou elegantes. Não importa apenas fazer, importa fazer bem.

Numa versão mais evoluída, o consultor não precisaria de ser invocado. Estaria sempre presente, à "escuta", e interviria quando fosse detetado algo que merecesse ser observado.

3.5.5 Parametrização

O laboratório deverá disponibilizar diversas bases de dados em cada um dos SGBD existentes. Nas maioria dos casos, essas bases de dados apenas deverão estar disponíveis para leitura (*read*), no entanto, também deverá ser possível a sua disponibilização para escrita (*create/update*), ou eliminação (*delete*) de dados. Se tomarmos a combinação destas possibilidades como um atributo, este designar-se-á *CRUD*. Resumindo, cada base de dados disponibilizada, deverá ser acompanhada do respetivo atributo *CRUD*, que refletirá o tipo de operações que os membros poderão realizar sobre as mesmas.

Estando prevista a existência de utilizadores com diferentes perfis, numa versão mais evoluída do laboratório, a exposição (*CRUD*) das bases de dados deverá poder se ajustada em função de cada perfil. Melhor ainda seria, em alguns casos, os membros poderem ter ao seu dispor, de forma exclusiva, instâncias de bases de dados existentes. Nestas situações, o seu controlo poderá ser total, estando por isso, indicado para aqueles que detêm conhecimentos mais avançados.

A parametrização do modo como os membros poderão interagir com o laboratório, poderá ser feita de muitas formas, quer seja através de configurações guardadas em bases de dados, documentos *XML*, ou outras. O que se pretende deixar claro, é que deverá existir esta flexibilidade, pois, só através deste tipo de mecanismos, se poderá assegurar a satisfação das necessidades e expectativas da maioria dos utilizadores que pretendam aderir ao *SQLin*.

4

Protótipo

Conteúdo

4.1	Portal (<i>SQLin</i>)	40
4.1.1	Teoria	42
4.1.2	Blogue	43
4.1.3	Vídeos & Documentos	44
4.1.4	Discussão	45
4.1.5	Wiki	45
4.1.6	Múltiplas classes (<i>Sites</i>)	46
4.2	Laboratório (<i>SQLin Lab</i>)	46
4.3	Preparação, codificação e publicação	48
4.4	Integração com os vários SGBD	49
4.5	Principais desafios e decisões	49
4.5.1	Interface do laboratório	49
4.5.2	Analisador de SQL (<i>Parser</i>)	50
4.6	Parametrização	51
4.7	Conformidade com a proposta	53

4. Protótipo

Um dos momentos mais interessantes e críticos de um projeto, é o momento em que este se começa a erguer, e o conceito se concretiza. Interessante, pelo regozijo que é ver algo que começou no pensamento, ganhar forma e tornar-se tangível. Crítico, porque se este processo não acontecer de forma coerente e fiel ao conceito, poderá deitar por terra as aspirações do projeto.

Depois da análise das potenciais ferramentas, referidas no «Estado da Arte», e ponderados os prós e os contras, chegou o momento de decidir e escolher as peças fundamentais, para transposição do conceito para o protótipo, especialmente, a ferramenta de suporte do portal, a tecnologia para desenvolvimento da aplicação do laboratório, e o *parser* de SQL a utilizar.

4.1 Portal (SQLin)

A primeira decisão a tomar seria em relação à pedra basilar do projeto, ou seja, a estrutura de suporte ao portal, responsável pela agregação de todas as funcionalidades.



Figura 4.1: Protótipo - Visão inicial da vertente pública

Depois de analisada a **documentação** disponível na Internet e consultada alguma literatura [33] [28] [32] [19], ponderou-se e concluiu-se que a alternativa que mais iria ao encontro do conceito

que se pretendia implementar, seria o **Liferay**, na sua versão de utilização sem custos (*Community Edition*), pelas seguintes razões:

- Forte componente colaborativa e social;
- Baseado em *Java*, que é uma linguagem robusta, familiar e muito difundida;
- Permite a criação de aplicações (*portlets*) que podem ser integradas;
- Versatilidade e robustez, uma vez que suporta os principais SGBD, permite a criação de vários *sites* no mesmo portal, contempla a atribuição de *roles* aos membros e permissões sobre todos os tipos de recursos;
- Recursos adicionais disponíveis para instalação, a maioria, desenvolvidos pela comunidade;
- Vocacionado para a partilha de documentos e recursos de média, podendo ser usado o *Liferay Sync* como ferramenta de sincronização entre o portal e os computadores dos utilizadores;
- *Open Source*.



Figura 4.2: Protótipo - Visão inicial da vertente privada

Apesar dos fatores a favor acabados de referir, um contra assinalável existiu, que dificultou a decisão. Embora se tivessem recolhido boas indicações, o que é certo é que se tratava de uma

4. Protótipo

ferramenta totalmente desconhecida, o que gera sempre alguma insegurança quando se decide utilizar pela primeira vez. A sua escolha implicaria, logo à partida, um dispêndio de tempo e esforço consideráveis, essenciais para que se adquirisse o conhecimento necessário à sua boa e vantajosa utilização.

Depois da aprendizagem sobre como estruturar o portal e publicar conteúdos, foi necessário aprender como desenvolver aplicações para o *Liferay*, e, por conseguinte, torna-las disponíveis. Foi uma corrida contra o tempo, acompanhada dos constrangimentos típicos de um processo deste género, mas com um resultado muito positivo e que deu muito gozo.

De acordo com o definido na «[Proposta](#)», o portal está organizado em duas vertentes, pública e privada. A figura 4.1 ilustra a visão da estrutura e apresentação do portal, na sua vertente pública, e por isso, acessível a todos. A figura 4.2 mostra uma visão possível para a vertente privada, apenas acessível para membros. O acesso à componente prática e respetivo contexto (SGBD), encontra-se disponível numa das páginas privadas, conforme ilustra a figura 4.7.

De seguida ir-se-á apresentar os recursos implementados. Não se irá aprofundar muito, dado que o conceito que cada um encerra já foi abordado no capítulo anterior. Por isso, salientar-se-á apenas as principais características e propósitos.

4.1.1 Teoria



Figura 4.3: Protótipo - Teoria

A Teoria é encarada como um recurso primordial e fundamental, que deverá merecer a primeira

atenção de qualquer visitante ou membro.

Sendo um dos principais objetivos a disponibilização de teoria ilustrada, sempre que possível, esta será complementada com vídeos. A existência de vídeos complementares é feita notar através de símbolos colocados junto ao texto, conforme se pode constatar na figura 4.3. Caso exista algum vídeo que resuma todo o ponto focado, será um símbolo semelhante, um pouco maior, colocado no topo, logo após o título.

Encontra-se disponível publicamente e, por isso, constitui um dos principais fatores de ancoragem, partindo do pressuposto de que os utilizadores se sentem atraídos por recursos com qualidade e de fácil acesso.

4.1.2 Blogue

O Blogue é também um recurso disponibilizado publicamente, que visa a partilha de artigos de especialidade, que podem ser consultados por tópico.

Espera-se que, em muitos casos, sejam transversais a aspetos abordados na teoria, fomentando a interligação e consolidação de vários conceitos e matérias.

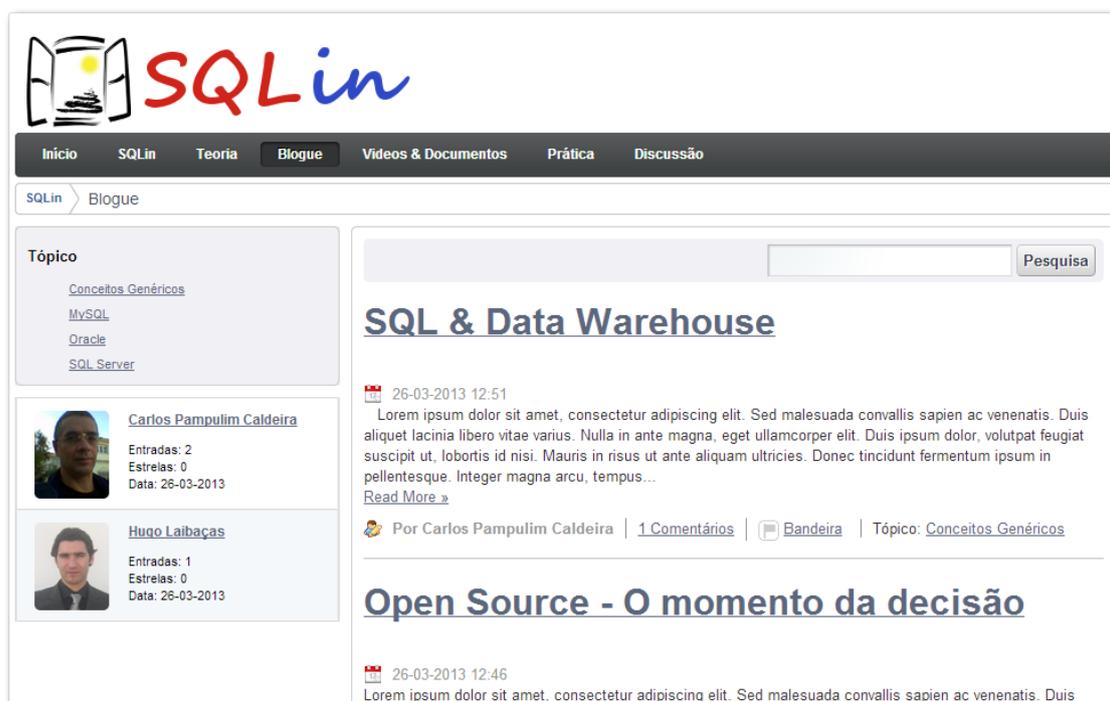


Figura 4.4: Protótipo - Blogue

Apenas os membros com permissões para tal, poderão escrever artigos. Conforme mostrado na figura 4.4, é possível ver quantos artigos cada membro já escreveu, bem como a média de estrelas (1 a 5) atribuídas, como apreciação dos demais membros.

4. Protótipo

4.1.3 Vídeos & Documentos

Este é um recurso que se encontra disponível nas duas vertentes, mas não de igual forma. Existem duas pastas, uma pública e outra privada. A pasta pública está disponível em ambas as vertentes, enquanto que a pasta privada apenas está disponível internamente.

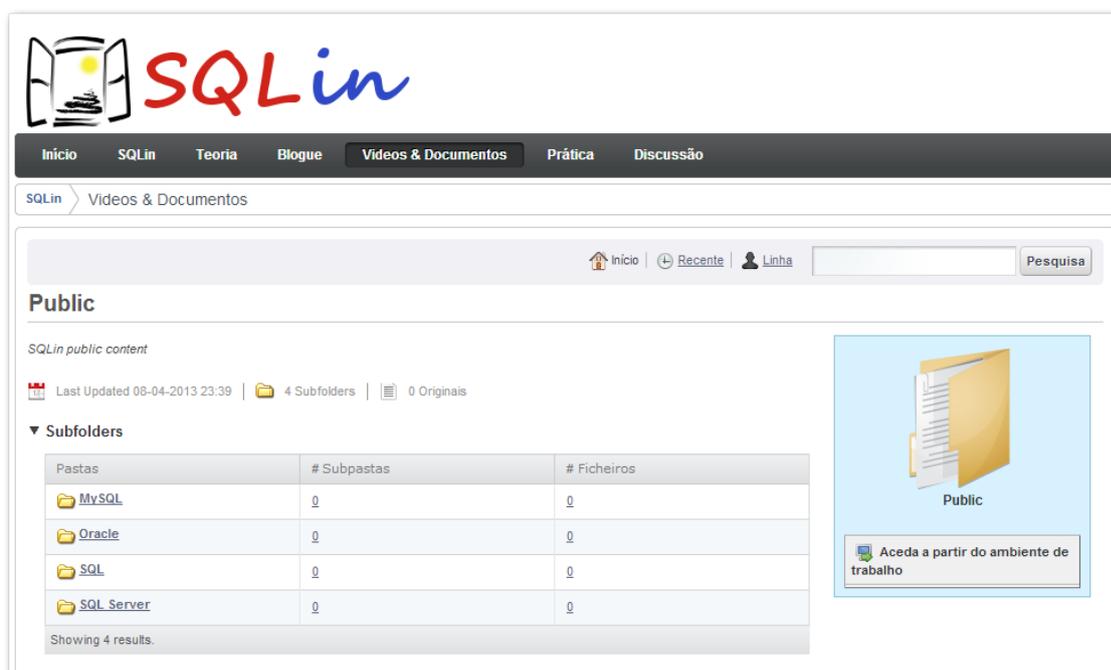


Figura 4.5: Protótipo - Vídeos & Documentos

Trata-se de um componente do próprio *Liferay*, ilustrado na figura 4.5, que pode ter um papel preponderante em matéria de disponibilização de conteúdos. Por esta razão, representa um dos motivos pelos quais se escolheu o *Liferay* como plataforma de suporte.

Ao disponibilizarem conteúdos, os responsáveis podem definir quem vê esses conteúdos, podendo essas permissões serem definidas ao nível da pasta que os contém, ou ao nível do próprio ficheiro. A estrutura de pastas e ficheiros, pode ser que se quiser, conforme a organização pretendida.

A gestão dos ficheiros pode ser feita no próprio portal, através do painel de controlo, ou através de uma ferramenta, conforme se irá referir a seguir.

Através de uma aplicação (*Liferay Sync*) instalada no computador, é possível aos membros fazer a sincronização dos ficheiros entre o portal e o computador. É uma ferramenta semelhante a outras que já existem no contexto de alguns serviços de armazenamento na *nuvem*, e.g., *Dropbox*. Desta forma, os ficheiros passam a estar disponíveis localmente, o que poderá ser útil em alguns casos. Sempre que novos ficheiros forem adicionados a cada uma das pastas a que se

tem acesso, esses ficheiros serão transferidos. Se o utilizador tiver permissões de escrita numa pasta, ao colocar um ficheiro dentro da mesma, localmente, terá como resultado a transferência do ficheiro para o servidor. Este poderá ser um recurso ainda mais vital para os responsáveis pelos conteúdos, que, desta forma, podem geri-los mais cómodamente.

4.1.4 Discussão

O fórum de discussão, ilustrado na figura 4.6, é um dos meios de colaboração mais utilizados na Internet, de tal forma, que dispensa que se entre em muitos detalhes. Também em todas as soluções de *e-learning* analisadas no capítulo «Estado da Arte», existe este recurso, o que realça a sua importância neste contexto.

Está disponível publicamente, apenas para consulta, para que qualquer um possa ter acesso aos temas discutidos. No entanto, o início de discussões e participação nas mesmas, apenas pode ser realizado por membros.



Figura 4.6: Protótipo - Discussão

4.1.5 Wiki

Este é também um recurso considerado muito importante, na medida em que permite construir uma base de conhecimento coletiva, alimentada pelo saber, visão e experiência de todos. Apenas está disponível para membros.

Promove o envolvimento e fomenta o espírito de partilha. Dado que muitos assuntos não serão abordados pelos professores/tutores, ou outros produtores de conteúdos, esta é uma forma de se preencher as lacunas identificadas pelos próprios membros, que poderão, por sua iniciativa, abordar os temas que considerarem pertinentes.

4.1.6 Múltiplas classes (*Sites*)

Outra característica do portal, inerente ao próprio *Liferay*, é a possibilidade de criação de classes (*sites*), subordinadas a temas específicos. Cada classe pode ser aberta, fechada, ou restrita. Qualquer membro se pode juntar a uma classe aberta, mas precisa de solicitar admissão nas classes restritas. Caberá aos responsáveis de cada classe aceitar membros que tenham solicitado admissão, ou admitir, administrativamente, membros em classes fechadas. Desta forma, é possível controlar o grau de exposição de cada classe.

4.2 Laboratório (*SQLin Lab*)

A implementação da componente laboratorial revestiu-se de um forte entusiasmo, pois, incidia sobre o principal recurso e aquele que esteve na génese do projeto. Apenas se encontra disponível na vertente privada (figura 4.7), portanto, a sua utilização é um privilégio exclusivo de membros do *SQLin*.



Figura 4.7: Protótipo - Acesso à componente prática (Lab)

A apresentação (figura 4.8) e interatividade esperada para um recurso deste género, impunha que se utilizasse algo que permitisse alguma sofisticação, quer ao nível da funcionalidade, quer ao nível do aspeto. Depois da decisão de utilizar o *Liferay* para suportar o portal, a escolha da solução para implementar o laboratório, acabou por ser surpreendentemente simples, até porque, a solução não havia sido visada durante a análise de possíveis ferramentas de suporte, referidas no «*Estado da Arte*». Isto, porque o próprio *Liferay* tem incluída uma *framework Java*,

Vaadin, vocacionada para a construção de aplicações funcional e visualmente ricas, baseada no *GWT*. A qualidade e facilidade de integração, fez com que esta *framework* tivesse sido uma escolha natural. Além disto, também está muito bem documentada, existindo no seu próprio *site* na Internet, muita informação e exemplos, ao que se junta a documentação da *API*. Resumindo, o laboratório consiste numa aplicação desenvolvida em *Java*, integrada no portal.

No que respeita ao *parser*, decidiu-se adotar o *General SQL Parser (GSP)*, que, segundo a sua documentação, se apresentava como a solução ideal para implementar o analisador de *queries*. O facto de ser escrito em *Java*, e por isso facilmente integrável, juntamente com a qualidade e versatilidade evidenciadas no seu próprio *site*, fizeram recair a preferência sobre esta solução.

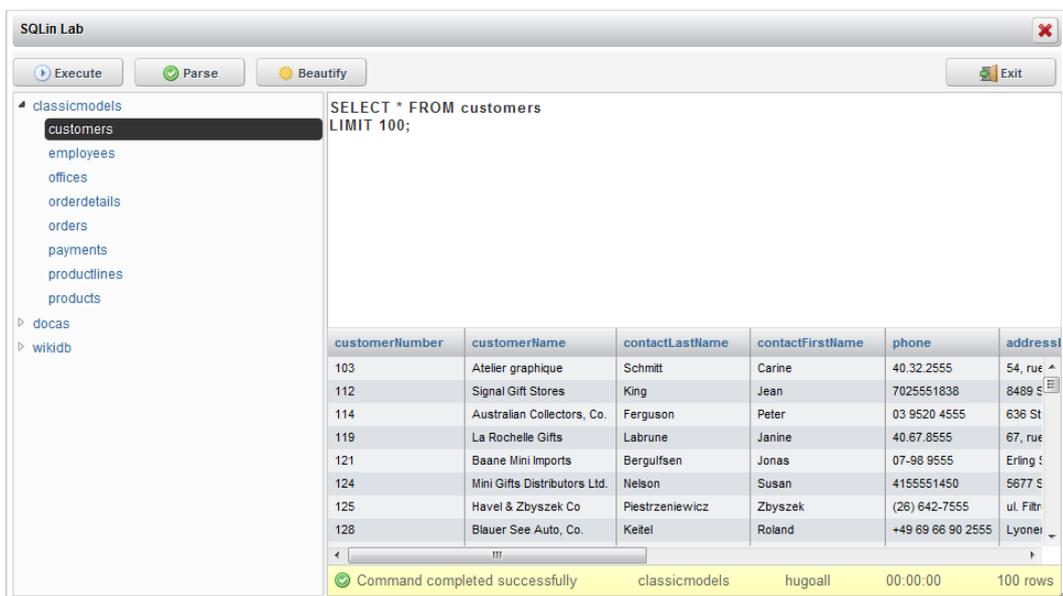


Figura 4.8: SQLin Lab - O laboratório

No geral, o protótipo do laboratório encontra-se perfeitamente alinhado com aquilo que havia sido proposto, havendo apenas algumas exceções que se descrevem em seguida.

Como se poderá constatar, as funcionalidades «Consultor de eficiência» e «Modo assistido» não se encontram implementadas, ficando, por isso, como trabalho futuro. Dado o próprio *GSP* disponibilizar uma funcionalidade de "embelezamento" (*beautify*) da *query*, decidiu-se adicioná-la ao laboratório. O que esta funcionalidade faz é organizar e indentar o código, de forma a torná-lo mais facilmente legível e compreensível. Na parte inferior, foi introduzida uma barra de estado, com informação acerca da última operação que teve lugar, o nome do membro em sessão, o nome da base de dados selecionada, o tempo de execução da última *query* e o número de linhas resultantes.

De salientar ainda que, neste momento, apenas uma pequena parte das funcionalidades dispo-

4. Protótipo

nibilizadas pelo *GSP*, está a ser utilizada. É provável que os seus benefícios se possam estender muito além da simples análise e validação. Como trabalho futuro, fica também o aprofundamento das capacidades desta ferramenta, de forma a se vir a tirar o melhor partido da mesma.

De resto, fez-se tudo para que o aspeto e comportamento do laboratório, enquanto aplicação *Web*, se aproximasse das aplicações que habitualmente são utilizadas no contexto do *SQL*. Por outro lado, espera-se que este venha a disponibilizar funcionalidades únicas, que poderão contribuir para que o laboratório se torne uma ferramenta ímpar.

4.3 Preparação, codificação e publicação

O desenvolvimento de recursos para o *Liferay*, como é o caso do laboratório, pressupõe a utilização de um *IDE*, que não dispensa o *SDK* oficial disponibilizado.

Nos casos de utilização da versão comercial (*Enterprise Edition*), existe a possibilidade de se utilizar o *Liferay Developer Studio*, um *IDE* que integra tudo o que é necessário, e que, por isso, facilita o processo de preparação, desenvolvimento e publicação (*deployment*) dos *plugins*.

Se a versão do *Liferay* a ser usada for a gratuita (*Community Edition*), como é o caso, recomenda-se a utilização do *IDE Eclipse*, depois de devidamente preparado para o efeito. Essa preparação consiste na instalação de alguns *plugins*, que pode ser feito diretamente a partir do centro de *software (marketplace)* do próprio *Eclipse*. Requer também o prévio *download* e instalação do *Liferay* e do respetivo *SDK*, cujas respetivas localizações deverão ser fornecidas durante o processo de configuração.

Neste caso, depois de preparado o ambiente, foi criado um novo projeto (*Liferay Project*), para desenvolvimento do laboratório. Esse projeto consiste num *plugin* do tipo *portlet*, que não é mais do que uma aplicação *Web*, baseada numa *framework* específica, disponibilizada pelo *SDK*. No passo seguinte à escolha do tipo de projeto, foi necessário escolher a *framework* que iria servir de base, neste caso, *Vaadin*.

A publicação de aplicações ou extensões (*plugins*) no *Liferay*, e porque estamos na presença de código *Java*, é realizado através de ficheiros no formato *WAR*, que deverão ser colocados dentro da pasta «*deploy*». Essa pasta encontra-se dentro da pasta onde foi instalado o *Liferay*. Se tudo estiver corretamente alinhado, este processo será automático, pelo que, será o próprio *Eclipse* a criar o respetivo ficheiro *WAR* e a colocá-lo na referida pasta.

Toda esta informação está bem documentada no portal do próprio *Liferay*.

4.4 Integração com os vários SGBD

A integração com os diversos SGBD é realizada pela própria aplicação que implementa o laboratório. Sendo o seu desenvolvimento baseado em *Java*, são utilizados os recursos que esta tecnologia disponibiliza. Ao ser invocada a aplicação, é-lhe passado o contexto (SGBD) em que irá operar, assumindo esta um comportamento em conformidade.

Em termos programáticos, essa integração faz-se utilizando uma Classe (conector), que tratará de toda a problemática que envolve o tema. Essa Classe terá, não só a responsabilidade da conexão, mas também de abstrair toda a complexidade dos demais módulos que compõem a aplicação, assumindo estes sempre o mesmo comportamento, independentemente do SGBD definido como contexto.

A integração implica ainda a inclusão na aplicação dos *drivers JDBC*, em formato *JAR*, respeitantes a cada um dos SGBD suportados, para que seja possível a comunicação com estes.

Por último, para que a aplicação conheça as localizações dos vários SGBD e respetivas credenciais de acesso, deverá ler o ficheiro de configuração, que se encontra descrito na secção que incide sobre a «*Parametrização*».

4.5 Principais desafios e decisões

O maior desafio prendeu-se, essencialmente, com o desconhecimento das diferentes ferramentas utilizadas para implementação do protótipo, com exceção do *Java*. Este facto, obrigou a que o processo de implementação tivesse de ser precedido de um período de estudo e aprendizagem, que se prolongou por várias semanas.

Ultrapassada a fase de análise e estudo das ferramentas a utilizar, e depois de estruturado o portal, atinge-se o ponto crítico, a implementação do laboratório. Com isto, surgem também os maiores desafios, que incidiram, fundamentalmente, ao nível da interface do laboratório e do *parser* de *SQL*.

4.5.1 Interface do laboratório

A formulação da interface através dos mecanismos disponibilizados pela *framework Vaadin*, já mencionada anteriormente, foi o primeiro grande desafio com que se teve que lidar. A *framework* disponibiliza diversas alternativas para se construir uma interface, produzindo todas elas resultados traduzidos na mesma linguagem, o *HTML*. No que diz respeito ao resultado final no formato *HTML*, a *framework* disponibiliza duas vias: construção da interface, elemento a elemento, usando apenas recursos próprios, ou criando um modelo (*template*) externo que poderá ser importado, e posteriormente utilizado para mapear os elementos pretendidos para as respetivas

4. Protótipo

localizações. Neste caso, decidiu-se optar pelo segundo método, por se sentir que dessa forma existiria um maior controlo do processo, por ser uma área em que se detêm algum conhecimento.

A maior dificuldade em criar documentos HTML, conjuntamente com as respetivas regras de estilo (**CSS**), está na forma diferente como alguns navegadores *Web* (*browsers*) interpretam algumas coisas. Isto faz com que uma tarefa, que deveria ser simples, por se basear num *standard*, se transforme numa odisseia, até que a solução estabilize e o seu comportamento seja semelhante, independentemente do *browser* que esteja a ser utilizado.

Criou-se então o tal modelo HTML, que foi sendo, sucessivamente, testado diretamente nos *browsers* mais populares e corrigido, até que fosse interpretado (*rendering*) de igual forma em todos eles. Ficou a tal ponto refinado, que a interface se ajustava proporcionalmente sempre a que janela era redimensionada. A surpresa, foi ao se importar o modelo para dentro de janela do laboratório (ver «**SQLin Lab - O laboratório**»), que passou a ter interpretação diferente em cada um dos *browsers*.

Pode afirmar-se, com segurança, que a interface do laboratório se apresenta com qualidade, no entanto, em futuras versões, as questões referidas atrás, deverão ser analisadas com mais detalhe, e, eventualmente, reformulados alguns aspetos, referidos mais à frente como «**Trabalho futuro**».

4.5.2 Analisador de SQL (*Parser*)

Quando se pensou que um analisador sintático de *SQL* seria um recurso fundamental, a ideia inicial refletia a necessidade de se desenvolver esta funcionalidade de raiz, ou seja, a par do laboratório, deveria igualmente ser criado o *parser*.

Aquando da formulação da proposta inerente a este recurso, referiu-se que, à partida, dada a sua relativa complexidade, seria algo dispendioso de criar. Dispêndio esse, que se refletiria na quantidade de trabalho a realizar, e, conseqüentemente, no tempo necessário para tal, que iria, inevitavelmente, inflacionar o tempo total para concretização da prova de conceito.

Ainda se chegou a estudar a possibilidade de definir a gramática do *SQL*, na forma **BNF**, que posteriormente serviria para construir um *parser* baseado nessa gramática. Porém, após muita ponderação, decidiu-se utilizar uma ferramenta já desenvolvida e amadurecida, que pudesse ser integrada no laboratório.

Entre as alternativas analisadas, uma se destacou, o **GSP**. No entanto, dado tratar-se de uma alternativa comercial, fez com que tivessem de ser desenvolvidos alguns contactos junto da empresa detentora da ferramenta, no sentido de explorar a possibilidade de se criar uma parceria e obter-se uma licença. Na sequência desse pedido, a empresa solicitou informação sobre os

detalhes do projeto, o que obrigou a que se tivesse que elaborar um novo documento, resultante da tradução para inglês, dos aspetos principais focados nesta dissertação. Depois de enviado o documento e passadas algumas semanas, foi, *mui* gentilmente, cedida uma licença para uso académico, e o problema do *parser* estava ultrapassado.

4.6 Parametrização

Neste momento inicial da vida do **SQLin**, existem dois níveis de parametrização. Um incide sobre o portal e o outro sobre o laboratório.

O primeiro nível acontece por via da atribuição de permissões e de *roles* (papéis) aos membros, o que condiciona ou liberta os seus raios de ação, nomeadamente, no que concerne ao acesso e produção de conteúdos, e também no que respeita ao que podem fazer no âmbito de outras interações com o portal.

```
<?xml version="1.0"?>
- <servers>
  - <server>
    <name>mysql</name>
    <url>http://mysql</url>
    <user>test</user>
    <password>test#sqlin*2013</password>
  </server>
  - <server>
    <name>sqlserver</name>
    <url>http://sqlserver</url>
    <user>test</user>
    <password>test#sqlin*2013</password>
  </server>
  - <server>
    <name>oracle</name>
    <url>http://oracle</url>
    <user>test</user>
    <password>test#sqlin*2013</password>
  </server>
</servers>
```

Figura 4.9: Servers.xml - Parametrização dos SGBD disponíveis

O segundo nível, incide sobre o laboratório, mais concretamente, sobre os SGBD e as bases de dados. Em ambos os casos as configurações são realizadas através de ficheiros em formato *XML*. Um desses ficheiros (figura 4.9) define os servidores disponíveis, localização e credenciais de acesso. Como complemento, deverá existir outro ficheiro de configuração (figura 4.10) por cada SGBD suportado, com o mesmo nome, que defina, de entre as bases de dados existentes no servidor, quais as que estão disponíveis e forma de exposição. A exposição refere-se ao atributo *CRUD*, já mencionado anteriormente, que serve para descrever a disponibilidade em termos de leitura e escrita de dados.

Outras parametrizações poderão vir a ser consideradas (e.g., por tipo de membro, servidor, *roles*,

4. Protótipo

etc.), que permitam maior refinamento e granularidade, mas, à semelhança do que aconteceu noutras áreas deste projeto, também nesta ficará trabalho futuro em aberto.

```
<?xml version="1.0"?>
- <databases>
  - <database>
    <name>classicmodels</name>
    <crud>-r--</crud>
    <diagram>http://resources/mysql/diagram/classicmodels.pdf</diagram>
  </database>
  - <database>
    <name>imdb</name>
    <crud>-r--</crud>
    <diagram>http://resources/mysql/diagram/imdb.pdf</diagram>
  </database>
  - <database>
    <name>customers</name>
    <crud>-ru</crud>
    <diagram>http://resources/mysql/diagram/customers.pdf</diagram>
  </database>
</databases>
```

Figura 4.10: MySQL.xml - Parametrização das bases de dados *MySQL* disponíveis

Outro aspeto que também carece de parametrização, prende-se com apresentação dos recursos em vários idiomas, neste caso, português e inglês.

```
<?xml version="1.0"?>
- <dictionary>
  - <entry>
    <name>parse</name>
    <value>Validar</value>
  </entry>
  - <entry>
    <name>execute</name>
    <value>Executar</value>
  </entry>
  - <entry>
    <name>close</name>
    <value>Fechar</value>
  </entry>
  - <entry>
    <name>beautify</name>
    <value>Embelezar</value>
  </entry>
  - <entry>
    <name>no-db-selected</name>
    <value>Nenhuma base de dados selecionada</value>
  </entry>
</dictionary>
```

Figura 4.11: Exemplo de dicionário utilizado na tradução para português

Enquanto que no portal essa possibilidade é assegurada pelo próprio *Liferay*, o mesmo já não acontece no laboratório. Assim, a tradução é realizada através de ficheiros, igualmente *XML*, utilizados como dicionário. No momento da chamada do laboratório, é utilizado o dicionário (figura 4.11) que corresponde ao idioma em uso no próprio portal.

4.7 Conformidade com a proposta

O protótipo implementa os principais recursos que constam na proposta, o que, por si só, já confere ao projeto características ímpares, face às demais soluções semelhantes existentes na Internet. Considera-se por isso, que o protótipo possui todos os elementos essenciais à sua avaliação, enquanto prova de conceito. A implementação das restantes funcionalidades propostas carecerá, não só, de mais tempo e disponibilidade, mas também da vontade da universidade ou outrem, em lhe dar continuidade.

Como se pode constatar nas tabelas 4.1 e 4.2, algum trabalho resta por fazer. A premência dessa continuidade é de especial relevância no caso da componente prática, que, como já teve oportunidade de fazer notar, consubstancia o principal elemento diferenciador.

Tabela 4.1: Conformidade do portal face à proposta

Recurso	Conformidade
Teoria	Conforme.
Artigos	Conforme.
Vídeos	Conforme.
Prática	Parcialmente conforme. O recurso (laboratório) está disponível, embora precise de alguns melhoramentos e não inclua todas as funcionalidades propostas, apenas as essenciais.
Discussão	Conforme.
Conversação	Conforme.
Testes	O portal está preparado, mas falta definir de que forma a funcionalidade irá ser apresentada e implementada.
Parar e Pensar	Conforme.
Multi-idioma	Conforme.

Tabela 4.2: Conformidade do laboratório face à proposta

Recurso	Conformidade
Interface	Conforme. Com uma pequena diferença: a escolha do SGBD não é feita aqui, mas antes de entrar no laboratório.
Parser	Conforme.
Modo assistido	Por implementar.
Consultor	Por implementar.
Multi-idioma	Conforme.

Além dos recursos ou funcionalidades a disponibilizar ou implementar, mencionados nas tabelas anteriores, faltará a inclusão de conteúdos, que deverão ser cuidadosamente produzidos, embora num contexto fora desta dissertação, pois, não são objeto desta. Estes, deverão revestir-se da

4. Protótipo

melhor qualidade possível, pois, como se referiu na tabela 2.2 ([Estado da Arte](#)), a qualidade dos conteúdos é uma das medidas de avaliação da eficácia de um sistema de *e-learning*.

5

Conclusões

Conteúdo

5.1	Resultados alcançados	56
5.2	Trabalho futuro	58
5.2.1	Portal	58
5.2.2	Laboratório	58

5. Conclusões

Ao se abraçar este projeto, logo se percebeu que se trataria de um desafio muito interessante. Olhando-se para trás, agora, compreende-se que a dimensão do desafio, era, afinal, muito maior.

De início, não foi fácil. Durante muito tempo se leu artigos que focavam a questão dos laboratórios virtuais e simulados, bem como se tentou compreender qual era o estado da arte na área dos laboratórios *online*. Pretendia-se encontrar massa crítica, que contribuísse para se formular uma solução que não fosse apenas mais uma, mas que se diferenciasse, ou seja, que acrescentasse algum valor ao panorama atual.

Apesar de já se ter a noção de que não existiam soluções realmente semelhantes, durante o processo de análise do estado da arte, essa ideia ficou ainda mais clara. Esse facto, fez com que se passasse a olhar para o projeto ainda com mais entusiasmo e responsabilidade. É difícil encontrar um motivo que eleve mais o sentido de responsabilidade, do que sentirmos que poderemos perder uma oportunidade que não se voltará a repetir.

Quase sempre, a maior dificuldade não está em percorrer o caminho, mas sim em encontrar um, que nos leve ao lugar onde queremos chegar. Depois de algum tempo e persistência, conseguiu-se vislumbrar um caminho que se acredita ter levado ao lugar desejado.

A escolha da ferramentas que iriam suportar a solução também não foi trivial, porque existiam várias alternativas. Depois de feita uma cuidadosa análise, tomaram-se todas as decisões e assumiu-se o risco. À medida que o projeto ia avançando, o risco ia-se desvanecendo, e a confiança de que se haviam tomado boas decisões era cada vez maior.

A participação neste projeto foi um acontecimento muito importante, embora nem sempre fácil de conciliar com a vida pessoal e profissional. Cada um de nós encerra em si a soma dos desafios e experiências por que passou, e, deste ponto de vista, esta experiência muito contribuiu para que se adquirisse uma maior riqueza de conhecimento, especialmente no plano académico, mas que se estende também ao plano profissional e pessoal, porque, em boa verdade, os planos são indissociáveis.

5.1 Resultados alcançados

No decurso do desenvolvimento deste projeto, enfrentaram-se muitas dúvidas e tomaram-se algumas decisões. Todas as decisões tomadas, quer em termos da «Proposta», quer em termos do «Protótipo», tiveram como objetivo construir uma solução eficaz e, acima de tudo, que substanciasse uma prova de conceito séria, no que diz respeito ao ensino de *SQL*.

Acredita-se que o resultado a que se chegou é muito positivo e que, estando longe de ser um trabalho concluído, representa um bom começo, no que respeita à criação de uma plataforma de *e-learning* que permita também a especialização em qualquer uma das variantes mais popula-

res, e.g., *MySQL*, *SQL Server*, *Oracle*, ou outras. No entanto, nesta prova de conceito apenas foi considerado *MySQL*.

Apesar da haver muito espaço para evolução, a interface do laboratório, principal enfoque deste trabalho e principal objetivo alcançado, conta já com algumas funcionalidades essenciais, habitualmente encontradas em ferramentas de gestão de bases de dados.

Funcionalidades disponíveis no laboratório:

- **Exploração das bases de dados** existentes no contexto do *MySQL*, sendo possível ver as tabelas que as compõem, os respetivos atributos, e o tipo de dados de cada um;
- **Diagrama de cada base de dados**, acessível a partir do menu de contexto do explorador. O objetivo desta funcionalidade é dar a conhecer aos alunos a dimensão da base de dados, e também as relações existentes entre as tabelas, ajudando a compreender o modelo e a definir a estratégia para realização das *queries*;
- **Validação (*parse*) das *queries*** escritas no editor, através do *parser* (*GSP*) cedido pela empresa *Gudu Software*, integrado no laboratório. O *parser* valida se a *query* está bem escrita, em termos de sintaxe, fornecendo pistas nos casos em que detete alguma incorreção;
- **Execução das *queries*** escritas no editor. Se o servidor interpretar a *query* retorna o resultado e exibe-o. Caso o servidor não consiga interpretar, será mostrada a mensagem de erro devolvida;
- A interface disponibiliza ainda, a todo o tempo, informação acerca do utilizador em sessão, nome da base de dados selecionada, número de linhas retornadas pela última *query* e tempo de execução da mesma.

Outros recursos foram considerados, sendo que uns encontram-se disponíveis publicamente, enquanto que outros apenas estão disponíveis para a comunidade (membros), como é o caso do próprio laboratório. Sem fazer distinção entre o que é público e o que é privado, dado que isso foi explicitado anteriormente, destacam-se os principais recursos/caraterísticas previstos no portal **SQLin**:

- Agregação de recursos relacionados com teoria, prática, colaboração e partilha;
- Enfoque, não só no que se refere aos fundamentos do *SQL*, mas também nalgumas das suas variantes e respetivas especificidades. OS SGBD considerados são *MySQL*, *SQL Server* e *Oracle*, mas outros mais poderão vir a ser incluídos, criando-se assim condições para que cada membro se possa especializar na(s) variante(s) que quiser;

5. Conclusões

- Colocação da teoria e da prática, lado a lado;
- *Blogue*, onde os professores/tutores/especialistas podem escrever artigos de especialidade;
- Partilha de vídeos e documentos, passíveis de serem acedidos pela comunidade e pelos visitantes;
- Fórum de discussão, conversação instantânea, *wiki*, calendário de eventos.

5.2 Trabalho futuro

O **SQLin** consubstancia um conceito que se crê ir ao encontro das expectativas que nele foram depositadas. No entanto, como já se deixou claro em momentos anteriores, existe ainda muito espaço para progredir, em particular, no laboratório, de forma a aperfeiçoar a solução, e assim, quem sabe, possa vir a ser reconhecido como uma ferramenta de referência.

5.2.1 Portal

Uma das evoluções esperadas para o atual modelo, é que cada membro, possa progredir de perfil, consoante o seu desempenho e intervenção. Por exemplo, seria interessante que um aluno/aprendiz pudesse passar a professor/tutor, a partir do momento em que tiver alcançado algum saber e reconhecimento, na medida da gradação que alcançou. Aliás, este foi um dos aspetos focados na «[Proposta](#)».

A tradução para português, de Portugal, deve ser revista. O dicionário é muito extenso, e falta ainda ajustar um grande número de traduções, na medida em que muitas foram feitas de forma automática e apresentam incorreções.

Poderá ser interessante criar um tema de apresentação, que altere o aspeto do portal e que contribua para que este tenha uma imagem mais distinta, e que, eventualmente, se ajuste mais ao conceito. Isto, porque a atual apresentação encontra-se modulada apenas à custa de alterações do tema base do *Liferay*.

5.2.2 Laboratório

O mais importante recurso que fica por fazer, prende-se com aquela que pode ser uma das funcionalidades mais atrativas, que consiste na utilização do laboratório em **modo assistido**, tal como se encontra focado na secção «[Um jogo sério](#)». Considera-se que dotar o laboratório desta característica, constituirá um fator altamente diferenciador e valorizador do **SQLin**.

Em matéria de funcionalidades importantes por implementar, surge também o «[Consultor de eficiência](#)», ao qual está destinado o papel de ajudar os membros a escreverem *SQL* de forma

eficiente e elegante. Esta funcionalidade será, certamente, envolta em alguma complexidade, possivelmente, maior do que a do próprio *parser*. Enquanto que ao *parser* caberá analisar o código em função da gramática, ao consultor caberá compreender o significado desse código, e procurar melhores alternativas. Complexo, mas extremamente interessante.

A compreensão dos fundamentos do *SQL*, não poderá ter lugar sem conhecimentos sobre álgebra relacional. Como complemento a este estudo, seria interessantíssimo se o laboratório dispusesse da capacidade de interpretação de *queries* em formato de álgebra relacional, que seriam convertidas em *SQL* e utilizadas para realização de consultas num SGBD. Embora se trate de um processo complexo [4], seria, certamente, um fator muito enriquecedor do laboratório.

Embora a *framework Vaadin*, utilizada para desenvolver o laboratório, esteja muito bem conseguida, também esta tem alguns aspetos a evoluir. Um desses aspetos, relaciona-se com a impossibilidade de se obter apenas o texto selecionado dentro do editor de *SQL*. Na versão utilizada, apenas permite que se obtenha a totalidade do texto. Esta funcionalidade é essencial para que as ações possam apenas ocorrer no contexto do *SQL* selecionado, e não de todo. Na fase final de escrita desta dissertação, constatou-se que foi lançada uma nova versão da *framework*, que já disponibiliza esta funcionalidade.

Se, por um lado, a *framework* tem aspetos a evoluir, por outro, conta já com detalhes e requintes muito úteis, que podem contribuir para proporcionar uma melhor experiência de utilização. Um desses requintes, é a possibilidade de arrastar (*Drag and Drop*) elementos para dentro de outros. Esta funcionalidade poderá ser utilizada para arrastar os nomes de tabelas de uma bases de dados, para dentro do editor. Isto, não só reduz a quantidade de texto a escrever, como diminui a probabilidade de ocorrência de erros.

Ainda no sentido de melhorar a experiência de utilização, e complementando o referido no parágrafo anterior, seria interessante que o editor de *SQL* sugerisse automaticamente alternativas (*autocomplete*) que possam fazer sentido acrescentar ao texto que foi escrito até determinado momento. Esta funcionalidade ajuda a encontrar alternativas e acelera muito o processo de escrita.

Outro refinamento importante, seria que o editor passasse a realçar as palavras respeitantes à gramática do *SQL* (e.g., comandos, restrições, operadores), colorindo-as. Desta forma, promover-se-ia a distinção entre o significado e natureza dos comandos, e também a legibilidade do código.

Neste momento o laboratório apenas dispõe de um editor de *SQL*, mas seria útil que o utilizador pudesse criar novos, dispostos lado a lado. Desta forma, seria mais fácil para os membros organizar o seu trabalho e até adotar algum paralelismo na realização das suas tarefas.

5. Conclusões

No editor, a execução do comando «*use <database>*», deverá ter como efeito a definição da respetiva base de dados como sendo a que está em uso (contexto), e a mesma deverá ser selecionada automaticamente no explorador e barra de estado.

Para tornar o ambiente mais funcional, como complemento à utilização do explorador, seria também interessante a existência de uma lista de seleção, para escolha da base de dados. Para além de ter como resultado a definição do contexto em que se estaria a trabalhar, teria também o resultado visual de selecionar a base de dados no explorador e na barra de estado.

Embora a interface tenha uma performance que se considera aceitável, deveria ser mais eficiente na forma como se ajusta quando a janela é redimensionada. Dados os problemas que ocorreram ao nível da imposição de um comportamento semelhante nos diferentes *browsers*, encontrou-se como solução, a definição das dimensões dos vários elementos em percentagem, o que não corresponde à melhor solução. Este assunto é considerado sensível, e deverá ser reformulado em futuras versões. A interface poderia também ser mais funcional, ao permitir que o editor e a área de resultados, pudessem ser redimensionados em altura, em que o aumentar de um, faria com que o outro diminuísse na mesma proporção. No mesmo sentido, o explorador também deveria poder ser redimensionado em largura, em que o espaço adicionado/retirado, seria harmonizado com o espaço ocupado pelo editor e área de resultados.

Apesar do *XML* de configuração das bases de dados disponíveis, contemple a parametrização das suas propriedades **CRUD**, esta não se encontra a ser levada em consideração, pelo que, a aplicação deverá evoluir neste sentido.

Caso se decida apostar na continuidade e amadurecimento do **SQLin**, as configurações expressas nos ficheiros mencionados no parágrafo anterior, deveriam estender-se. Por exemplo, poderiam passar a definir quais as bases de dados que se encontram disponíveis em *Modo Assistido*. Poderiam ainda ser usados para definir os membros para os quais cada base de dados se encontra disponível, em função dos *roles* ou outro critério. Além destas configurações, muitas outras poderão ser contempladas, dependendo da estratégia que venha a ser adotada para o efeito.

Resta referir, que se espera poder vir ter a oportunidade de estar presente no processo de concretização de todo o trabalho futuro que venha a ser considerado necessário. A presença nesse processo, significaria que o **SQLin** teria ido além destes seus primeiros passos, e que esta dissertação teria marcado o início de um projeto que se considera ter potencial.

Referências

- [1] Abt, C. C. (1970). *Serious Games*. The Viking Press, Inc.
- [2] Alley, L. R. and Jansak, K. E. (2002). *The Ten Keys to Quality Assurance and Assessment in Online Learning*.
- [3] Alvarez, J. and Michaud, L. (2008). Serious games: Advergaming, edugaming, training and more.
- [4] Bussche, J. V. and Vansummeren, S. (2011). Translating sql into the relational algebra.
- [5] Caldeira, C. P. (2011). *A arte das Bases de Dados*. Edições Sílabo.
- [6] da Silva Cruz, S. C. (2009). *Proposta de um Modelo de Integração das Tecnologias de Informação e Comunicação nas Práticas Lectivas: o aluno de consumidor crítico a produtor de informação online*. PhD thesis, Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho.
- [7] Damas, L. (2005). *SQL*. FCA.
- [8] de Camões, L. V. (s.d.). Sonetos.
- [9] Derryberry, A. (2007). Serious games: online games for learning.
- [10] Engler, R. (2012). Serious games - gamification of education.
- [11] Ghislandi, P. and Job, R. (2005). Collaborative learning for an online higher education course: a case study. Technical report, Dipartimento di Scienze della Cognizione e della Formazione, Università di Trento, Italy.
- [12] Gokhale, A. A. (1995). Collaborative learning enhances critical thinking. 7.
- [13] Gomes, L. and García-Zúbia, J. (2007). *Advances on remote laboratories and e-learning experiences*. University of Deusto, Bilbao.
- [14] Hamburg, I., Cernian, O., Mancas, D., Cismaru, N., and Barbulescu, L. (2003). Collaborative distance learning within laboratories by using virtual environment.
- [15] Hamid, A. A. (2002). *Internet and Higher Education*, volume E-Learning - Is it the "e" or the learning that matters?, 4. Pergamon.

Referências

- [16] Herrington, A., Herrington, J., Oliver, R., Stoney, S., and Willis, J. (2001). Quality guidelines for online courses: The development of an instrument to audit online units.
- [17] Horácio Fernandes, Sérgio Leal, J. P. L. (2011). e-lab. *Gazeta do Laboratório*, 33:1–4.
- [18] Institute), A. P. S. G. (2007). Learning theories and serious games.
- [19] Jr., R. L. S. (2009). *Portal Administrator's Guide*. Liferay, Inc.
- [20] Lino, A. D. P. (2007). Laboratório de ensino de sql. Master's thesis, Universidade do Pará.
- [21] Lombardi, O. (2004). What is information?
- [22] Machotka, J., Nedic, Z., and Özdemir Göl (2007). Collaborative learning in the remote laboratory netlab.
- [23] McKenna, E., Direen, R., Barnes, F., Gurkan, D., Mickelson, A., and Benhaddou, D. (2005). E-learning environmental design of a distributed online laboratory for optical circuits courses.
- [24] Pereira, J. L. (1998). *Tecnologia de Bases de Dados*. FCA.
- [25] Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants.
- [26] Qiao, Y., Liu, G.-P., Zheng, G., Hu, W., and IEEE (2010). Ncslab: A web-based global-scale control laboratory with rich interactive features.
- [27] Sadiq, S., Orlowska, M., Sadiq, W., and Lin, J. (2004). Sqlator - an online sql learning workbench.
- [28] Sarang, P. (2009). *Practical Liferay*. Apress.
- [29] Stefano, C. and Georg, G. (1985). Translating sql into relational algebra: Optimization, semantics, and equivalence of sql queries. *IEEE Trans. Softw. Eng.*, 11(4):324–345.
- [30] Sun, K., Lin, Y., and Yu, C. (2007). A study on learning effect among different learning styles in a web-based lab of science for elementary school students.
- [31] Ulicsak, M. and Wright, M. (2010). Games in education: Serious games. Technical report, Futurlab.
- [32] Yuan, J. X. (2010). *Liferay Portal 6 Enterprise Intranets*. Packt Publishing Ltd.
- [33] Yuan, J. X. (2012). *Liferay Portal Systems Development*. Packt Publishing Ltd.
- [34] Zin, A. M. and Harun, H. (2007). A study on the potential of using remote labs for e-learning engineering courses in malaysian universities.
- [35] Zyda, M. (2005). *From Visual Simulation to Virtual Reality to Games*. IEEE Computer Society.