



# CAPÍTULO 8

# CAPÍTULO 8

---

## EXPERIÊNCIAS DE ENSINO DE ARQUITETURA DE COMPUTADORES A DISTÂNCIA NA UNIVERSIDADE ABERTA

### **Gracinda Carvalho**

Departamento de Ciências e Tecnologia, Laboratório de Educação a Distância e eLearning, Universidade Aberta, Rua da Escola Politécnica, 147, 1269-001 Lisboa, Portugal

INESC TEC, INESC ID Lisboa – L2F Laboratório de Línguas Faladas.

### **Carlos Sousa**

Departamento de Ciências e Tecnologia, Universidade Aberta, Rua da Escola Politécnica, 147, 1269-001 Lisboa, Portugal

### **José Coelho**

Departamento de Ciências e Tecnologia, Universidade Aberta, Rua da Escola Politécnica, 147, 1269-001 Lisboa, Portugal

INESC TEC - Centro de Sistemas de Informação e de Computação Gráfica

# RESUMO

Arquitetura de Computadores (AC) é uma unidade curricular pertencente à Licenciatura em Informática (LI) da Universidade Aberta (UAb) na qual os estudantes aprendem os fundamentos do funcionamento do computador.

Apresentamos neste capítulo diversos tipos de atividades letivas implementados, e cruzamos informação estatística com resultados de inquéritos, com vista à identificação dos tipos de atividades mais relevantes para o ensino *online*. Sendo esta unidade curricular muito prática, a utilização de simuladores permite evitar a necessidade de laboratórios físicos, sendo esta uma das questões estudadas. Terminamos o capítulo concluindo que é aconselhável a utilização de fórum central, testes de correção automática, arquivo de atividades de avaliação e divisão dos trabalhos de avaliação por alíneas. Regista-se com menor impacto a disponibilização de exercícios não resolvidos.

**Palavras Chave:** Fórum Central; Testes; Simuladores; *eLearning*; Arquitetura de Computadores.

# ABSTRACT

Computer Architecture is a course that belongs to the program in computer science of Universidade Aberta, in which the students learn the fundamentals of a computer.

We present in this chapter several types of activities implemented, and we cross the statistical information with the results of a survey done to the students, to identify the types of activities more relevant to eLearning. Being this course very practical, the use of simulators allows avoiding the need to use physical labs, being this one of the questions studied. We end the chapter concluding that it is desirable the use of the central forum, quizzes with automatic feedback, archive of evaluation activities and the organization of assignments in parts. We register as less impact activity the use of non-solved exercises

**Keywords:** Central Forum, Quizzes; Simulators; eLearning; Computer Architecture.

# 1 | INTRODUÇÃO

Arquitetura de Computadores (AC) é uma unidade curricular pertencente à Licenciatura em Informática (LI) da Universidade Aberta (UAb) na qual os estudantes aprendem os fundamentos do funcionamento do computador. O estudo de Arquitetura de Computadores compreende a forma como o computador está organizado, quais os seus componentes básicos e como estes se interligam e comunicam entre si. Em suma, estuda-se em AC a ferramenta base sobre a qual assenta todo o ensino *online*.

Os dois temas em que se subdivide tradicionalmente a matéria de AC são os sistemas digitais e a linguagem assembly. Os sistemas digitais são o nível constituído por componentes digitais ou circuitos (digitais) integrados, sobre o qual se constrói a arquitetura de blocos do computador a que está associada a linguagem assembly.

Apresentamos neste capítulo diversos tipos de atividades letivas implementados, e cruza-se informação estatística com resultados de um inquérito, com vista à identificação dos tipos de atividades mais relevantes para o ensino. Sendo esta unidade curricular muito prática, a utilização de simuladores permite evitar a necessidade de laboratórios físicos, sendo esta uma das questões estudadas.

No resto do capítulo abordaremos na secção 2 o modelo de ensino adotado e sua adaptação, na secção 3 são descritos os conteúdos lecionados, e na secção 4 são descritas todos os tipos de atividades letivas e respetivo contexto. A secção 5 apresenta resultados da execução da unidade curricular (UC) em dois anos letivos consecutivos, 2013/14 e 2014/15, tanto em termos de estatísticos, como por via de inquérito realizado aos estudantes. Terminamos o capítulo apresentando as conclusões.

## 2 | MODELO DE ENSINO

O modelo de ensino segue o modelo pedagógico da Universidade Aberta [1], para o 1º ciclo. Este modelo inclui a planificação semanal das atividades letivas num recurso disponibilizado no início do semestre (PUC – plano de unidade curricular). Desta forma os estudantes podem agendar todas as atividades ao longo do semestre.

As atividades embora sejam distintas conforme os objetivos e matéria de cada unidade curricular em concreto, têm uma estrutura comum. Estão agrupadas em blocos, e em cada bloco existe um primeiro conjunto de atividades de leitura do manual em que é explicada a matéria, podendo existir recursos complementares. Um segundo conjunto de atividades são as atividades formativas, em que são propostos diversos exercícios em que a matéria é aplicada. Paralelamente, a comunicação entre estudantes e o corpo docente é assegurada de forma assíncrona via fórum. Neste espaço de interação, as dúvidas suscitadas do manual ou por via da realização das atividades formativas, são colocadas e esclarecidas tanto por colegas como pela equipa docente.

A avaliação é realizada em uma de duas modalidades, em exame ou avaliação contínua. Os estudantes têm de escolher a modalidade que pretendem na 3ª semana. Na modalidade de exame, existe apenas uma prova de avaliação no final do semestre. Esta é realizada em regime presencial, em data fixa, e é vigiada. O estudante desloca-se a um dos locais de prova da UAb que se encontram principalmente em território nacional, mas também no exterior, particularmente em locais onde existia uma significativa comunidade de falantes do Português. Na modalidade de avaliação contínua, há dois a três trabalhos, os quais são chamados e-fólios, que valem 8 valores, e um teste, chamado p-fólio, que vale 12 valores. O p-fólio é feito na mesma data fixa que

o exame, sendo também uma prova presencial vigiada. Os e-fólios são feitos ao longo do semestre.

A modalidade de avaliação contínua, sendo opcional, é no entanto incentivada pois promove uma melhor aquisição de conhecimentos, incluindo a parte da prática com recurso a simuladores, o que é de grande relevância dadas as características práticas dos conteúdos lecionados.

### 3 | CONTEÚDOS LECIONADOS

Os dois temas principais tratados na unidade curricular, correspondem a blocos de matéria: os sistemas digitais e a arquitetura básica do computador. Estes são precedidos de um bloco inicial de introdução no qual são abordadas matérias que são transversais e utilizadas nos dois temas principais.

Os tópicos do bloco de introdução são independentes entre si e podem ser lecionados por qualquer ordem. Um deles trata das bases numéricas e representação de números em formato digital. São também abordadas de forma ligeira a codificação de outro tipo de dados em formato digital, nomeadamente texto. O outro tópico do bloco de introdução é relativo a funções de variável lógica e Álgebra de Boole.

No tema de sistemas digitais a matéria abordada são os circuitos combinatórios, os circuitos aritméticos e os circuitos sequenciais. No tema de organização básica do computador trata-se da definição da arquitetura de blocos do computador, incluindo o microprocessador, a memória e sistemas de entradas e saídas, e trata-se depois da programação em assembly, ou seja da linguagem que é definida para operar o microprocessador.

A ordem seguida corresponde aos capítulos do livro adotado na unidade curricular [3], como bibliografia obrigatória.

Este é um livro que serve de base a duas unidades curriculares semestrais no ensino presencial no Instituto Superior Técnico. Na Universidade Aberta a unidade curricular de Arquitetura de Computadores é semestral, sendo portanto feita uma seleção da matéria mais importante, a qual se apresenta na tabela 1.

Tabela 1 – Blocos e conteúdos lecionados.

Introdução	1 Representação Digital da Informação
	2 Funções Lógicas
Componentes Digitais Básicos	4 Módulos Combinatórios de Média Complexidade
	5 Circuitos Aritméticos
	6 Circuitos Sequenciais Básicos
	7 Análise e Projeto de Circuitos Sequenciais
Organização Básica do Computador	9 Arquitetura de um Computador
	10 Conjunto de Instruções
	11 Programação em Linguagem Assembly

A numeração dos tópicos corresponde ao número do capítulo do livro recomendado, para facilitar a ligação entre os conteúdos e as atividades formativas.

## 4 | ATIVIDADES LETIVAS

### 4.1 | Utilização de Simuladores

As matérias de sistemas digitais e organização básica do computador são muito práticas, e a sua aplicação envolve *hardware* de modo a poder implementar o sistema digital ou é necessário um computador executar a linguagem de Assembly. Ora tanto numa situação como na outra, os custos provocados por erros podem ser elevados, pelo que há que testar as implementações reais primeiro em simuladores. Um simulador irá replicar as condições reais o mais possível, e assim antever eventuais problemas antes de uma implementação física. Este é o percurso, que é bastante conveniente para o ensino a distância, permitindo assim aferir a capacidade de implementações reais, primeiramente através de simuladores que já existem e são essenciais na prática profissional. Mesmo no ensino presencial, grande parte destas matérias assenta sobre simuladores, dado por um lado o custo de erros e materiais, e por outro não ser tão essencial a realização física, mas sim a capacidade de projetar e desenvolver soluções realizáveis.

O simulador para sistemas digitais utilizado no âmbito desta UC, é um simulador digital (Digital Works), e o simulador de um computador, o processador lecionado no manual, é o P3. Naturalmente que para uma UC que necessite de simular a parte física, seria necessário um simulador analógico, e para programar em Assembly para outro processador, seria necessário outro simulador. No entanto, os objetivos desta UC são meramente didáticos, não se destina a que os estudantes construam sistemas digitais nem fiquem a programar em Assembly profissionalmente, mas sim que fiquem a conhecer os níveis abaixo da linguagem de programação, sendo portanto suficiente um trabalho prático baseado em simuladores.

Os simuladores irão ser utilizados tanto em atividades formativas, como em atividades de avaliação. São ainda feitos pequenos vídeos explicativos, complementares ao manual, com base nos simuladores.

## **4.2 | Atividades Formativas**

Uma das principais ferramentas à consolidação de aprendizagens prende-se com a realização pelos estudantes de atividades formativas. Este tipo de atividades dão uma perspetiva do grau de aquisição de conteúdos por parte de um indivíduo que terminou o estudo de um determinado tema. O faseamento de leitura e compreensão de conteúdos com inclusão de realização deste tipo de atividades, permite a quem estuda ter consciência gradual do nível de competências que adquiriu e coordenar o estudo no sentido de rever ou avançar dentro de um tema que aprende. O roteiro do processo ensino-aprendizagem inclui em diversos momentos do trabalho, a realização de atividades deste tipo por parte do estudante.

### **4.2.1 | Tipos de Atividades Formativas**

A plataforma de aprendizagem Moodle permite criar e gerir atividades e essa funcionalidade foi aproveitada nesta Unidade Curricular para a implementação de vários tipos de atividades formativas que se passam a descrever em seguida.

#### **Testes de resposta automática**

As atividades de “pergunta-resposta”, correspondem na sua maioria ao recurso teste ou “quiz” do Moodle, sendo estes com correção automática. Nestas atividades são apresentadas ao estudante perguntas sobre o conteúdo

programático respetivo e este tem de indicar a resposta. Uma atividade formativa pode ter várias perguntas para responder ou apenas uma. O estudante vai respondendo às perguntas colocadas e submete as suas respostas, neste caso à plataforma. Quando está implementada a correção automática, ela é executada, informando o estudante das respostas que tem certas e as que tem erradas.

### **Trabalhos sobre a forma de lição, com pergunta**

Existe uma alternativa aos testes de correção automática, que é a utilização do recurso lição do Moodle como forma de atividade de autoavaliação, sendo colocada a questão e posteriormente sendo dado acesso a uma resolução do professor. O que existe em comum no caso dos teste e das lições, na sua utilização que delas é feitas na presente unidade curricular, é a de que em ambos os casos o estudante tem acesso à resposta correta às perguntas, e sem haver intervenção da parte do professor. Assim, o estudante autoavalia a sua aprendizagem analisando os conteúdos que terá de rever e os que em princípio já domina. Quando persistam dúvidas em relação à resolução, deve o tutor ou professor, proporcionar as respostas corretas e os esclarecimentos adicionais convenientes para a boa compreensão da matéria.

### **Visualização de Vídeos**

Neste tipo de atividade são colocados à disposição dos estudantes vídeos formativos. Normalmente estes vídeos são demonstrações de resolução de determinados exercícios ou mesmo explicações de conteúdos de um determinado tema.

Nomeadamente para quem estuda à distância, este tipo de atividades/recursos são extremamente importantes, pois existe uma forma diferente de passar o

saber a adicionar à leitura de um manual.

Um filme onde se mostra como realizar uma tarefa ou se explica um determinado conceito é algo que se aproxima de uma aula do ensino presencial, trazendo vantagens importantes relativamente ao processo de leitura do manual, especialmente no que concerne aos conteúdos práticos.

No caso de Arquitetura de Computadores, em regime de ensino à distância, um vídeo é a melhor forma de explicar a montagem de um circuito digital real, por exemplo.

### **Vídeos com perguntas de atenção**

No caso especial em que se pretende ensinar um conteúdo prático, também nesta Unidade Curricular se criaram filmes onde são demonstradas realizações de circuitos digitais, mas no decurso do vídeo existem perguntas às quais o estudante deve procurar responder. Trata-se de uma atividade bastante produtiva no sentido de existir uma autoavaliação do conceito incluído no filme dando oportunidade ao estudante de, mais uma vez, rever ou não o conteúdo em causa.

### **Instalação de simuladores**

Conforme foi já referido os simuladores são um recurso muito valioso para o ensino das matérias da unidade curricular de AC, uma vez que aliam a parte prática dos conceitos a um ambiente uniforme igual a todos os estudantes e de um grau de complexidade adequado ao início do estudo dos conteúdos. Uma vez que os estudantes usam máquinas diferentes é muito importante estabelecer o ambiente prático com as características referidas, ou seja a instalação do simulador na sua máquina de trabalho. Nestas atividades formativas são disponibilizados quer o acesso aos programas simuladores e sua

documentação, bem como indicações específicas para diferentes máquinas, bem como acesso a páginas web que podem ser úteis durante o processo de instalação e teste.

### **Exercícios não resolvidos**

No tópico de assembly existe também um conjunto de exercícios por resolver, replicando de forma mais correta a situação real. Os estudantes podem partilhar resoluções e discutir no espaço da UC sobre a forma de os resolver. No entanto este tipo de exercícios não permite o feedback automático, e assim tem tendência a não ser tão popular como outras atividades formativas.

### **Arquivo de provas de Avaliação**

No final da UC são disponibilizadas todas as atividades de avaliação realizadas nos últimos anos. Desta forma os estudantes podem utilizar alguns dos enunciados para simularem a prova, e assim poderem ir mais descansados, ou identificarem algum tipo de pergunta da qual tenham ainda dúvidas sobre a sua resolução.

## **4.2.2 | Organização das atividades formativas**

Para todos os temas são disponibilizadas atividades formativas. De forma resumida pode dizer-se que as atividades formativas se encontram organizadas de forma semelhante nos dois tópicos do bloco de Introdução. A organização é feita segundo três níveis de grau de complexidade crescente de A a C constituídos por testes de correção automática, com perguntas de resposta curta selecionadas aleatoriamente de uma categoria de perguntas do mesmo tipo, seguidos por um recurso do tipo lição em que se tratar o nível mais avançado.

Existe a possibilidade de, no caso de conteúdos precedentes, evitar a realização de uma atividade de um tema posterior sem o estudante ter concluído com sucesso a atividade anterior. Tal é feito com recurso a uma “password” que é fornecida quando o estudante submete uma resposta correta ao nível inferior, devendo essa ser utilizada para aceder ao teste de nível seguinte.

Esta estrutura é utilizada também no tema relativo a aritmética e ainda nas instruções de assembly, respetivamente com três e um nível em vez de quatro, devido às características das matérias.

Apresenta-se na Tabela 2 um exemplo das instruções que são dadas para a realização de uma atividade do tipo teste, o primeiro que é apresentado aos estudantes.

Tabela 2 – Exemplo de instruções num teste.

**AF1a: Numeração - Nível A**

*Representação Digital de Informação / Nível A*

*Notas:*

- Nas respostas coloque apenas o número e exclua a base (por exemplo, para o número binário “1001b” coloque apenas “1001”);
- Esta atividade não conta para nota;
- Após submeter o teste, obtém a correção e as respostas corretas;
- Não faz sentido utilizar calculadora ou Excel para responder às questões (no exame não será permitida a utilização de calculadora);
- Se acertar às 5 perguntas, pode passar para o teste Nível B.
- Método de avaliação: Nota mais alta

Este teste é constituído por 5 perguntas de resposta curta, e para permitir a correção automática há a necessidade de dar indicações precisas sobre o formato no qual deve ser dada a resposta. As 5 questões são selecionadas de uma base de perguntas que está organizada por categoria de forma hierárquica. Neste caso as categorias estão na Tabela 3.

Tabela 3 – categorias das perguntas utilizadas no teste AF1a

1 - Representação Digital da Informação [Corresponde ao nome do tópico do primeiro bloco de matéria]
Nível A [Corresponde ao nível de menor grau de dificuldade da matéria]
b10b2 [mudança de base, de base decimal (10) para base binária (2)]
b16b10 [mudança de base, de base hexadecimal (16) para base decimal (10)]
b16b2 [mudança de base, de base hexadecimal (16) para base binária (2)]
b16b8 [mudança de base, de base hexadecimal (16) para base octal (8)]
b2b10 [mudança de base, de base binária (2) para base octal (8)]

As últimas cinco categorias são de onde são retiradas as cinco questões que pertencem ao teste “AF1a: Numeração - Nível A”. Estas são selecionadas de forma aleatória de entre as perguntas que estão definidas para esta categoria. Cada categoria tem 10 perguntas, pelo que para este teste concreto existem 100 000 testes diferentes que podem ser apresentados ao estudante.

No que diz respeito à parametrização do teste, esta inclui uma restrição de uma vez feito e submetido um teste cujas respostas não estejam integralmente corretas o estudante terá que aguardar 15 minutos até à realização de um novo teste. Esta configuração pretende garantir por um lado que as respostas submetidas sejam resultado de validação prévia bem cuidada por parte do estudante. Por outro lado pretende-se estabelecer um tempo no qual o estudante reveja as respostas e tente corrigi-las. Pretende-se ainda evitar que um estudante realize de forma “cega” ou ao acaso um conjunto de tentativas sucessivas dos testes. Quando um estudante faz uma tentativa e não acerta, o que é preconizado é começar por rever a matéria no manual, procurar no fórum informação sobre a dúvida, e caso as anteriores ações não tenham sucesso, colocar a questão no fórum. Está subjacente ao funcionamento da unidade curricular o modelo assíncrono em vigor na Universidade Aberta no qual o feedback em especial por parte da equipa docente ocorre em períodos específicos, não sendo realista a expectativa de se poder dispor de um apoio

da equipa docente de 24 horas 7 dias por semana. O modelo pedagógico prevê que a intervenção docente ocorra em semanas específicas do semestre, no entanto na presente unidade curricular tem sido prática corrente um apoio diário aos dias de semana e por vezes também durante o final de semana.

A autorização para a realização de um teste do grau de dificuldade seguinte, é indicada no campo do feedback global associado à obtenção de um grau de 100% de respostas corretas.

Nos restantes tópicos as atividades formativas são maioritariamente constituídas por vídeos, a maior parte com perguntas de atenção.

Durante o processo de aprendizagem o estudante, pelas razões acima apresentadas, realiza atividades formativas diversas. A diversidade do tipo de atividades formativas permite uma maior motivação do estudante bem como um processo de aprendizagem muito mais consolidado. De referir ainda que na plataforma Moodle da Unidade Curricular de Arquitetura de Computadores existe informação das pontuações obtidas pelos colegas nas atividades formativas (quadro de honra, 10 melhores resultados) o que se pensa positivo para a motivação individual de cada estudante.

Apresenta-se na Tabela 3 as atividades formativas que são disponibilizadas nesta unidade curricular, por tópico.

Tabela 4 – Atividades formativas existentes em cada tópico.

<b>1</b> Representação Digital da Informação AF1a a AF1c - Numeração Nível A a Nível C [Testes] AF1d - Numeração Nível Avançado [Lição] AF1e - Conversão de 21010 para base 13 [Vídeo]
<b>2</b> Funções Lógicas AF2a a AF2c - Lógica Nível A a Nível C [Testes] AF1d - Lógica Nível Avançado [Lição] AF2e - Mapas de Karnaugh [Vídeo]
<b>3</b> Simulador para Circuitos Digitais AF3 - Instalar e explorar “Digital Works” [Diversos]

<p><b>4 Módulos Combinatórios de Média Complexidade</b></p> <p>AF4a - Exemplo de um descodificador (4.2) [Vídeo com perguntas de atenção]</p> <p>AF4b - Exemplo de multiplexers (4.4) [Vídeo com perguntas de atenção]</p> <p>AF4c - Exemplo de codificadores e desmultiplexers (4.3 e 4.4) [Vídeo com perguntas de atenção]</p> <p>AF4d - Implementação de funções lógicas com multiplexers (4.5) [Lição]</p> <p>AF4e - Conversor Alien [Vídeo]</p> <p>AF4f - Conversor de 4 bits para display de 7 segmentos [Vídeo com perguntas de atenção]</p> <p>AF4g - Exemplo de um comparador iterativo [Vídeo com perguntas de atenção]</p> <p>AF4h - Módulos combinatórios Avançado [Lição]</p>
<p><b>5 Circuitos Aritméticos</b></p> <p>AF5a Parte I e II - Exemplo de componentes: somador e multiplicador (5.1 a 5.4) [Vídeo com perguntas de atenção]</p> <p>AF5b e AF5c - Aritmética Nível A e B [Testes]</p> <p>AF5d - Aritmética Nível Avançado [Lição]</p>
<p><b>6 Circuitos Sequenciais Básicos</b></p> <p>AF6a - Exemplo de básculas (6.1 a 6.4) Parte I e II [Vídeo com perguntas de atenção]</p> <p>AF6b - Exemplo de contadores (6.6) [Vídeo com perguntas de atenção]</p> <p>AF6c - Contador Alien até 21010 [Vídeo]</p> <p>AF6d - Exemplo de Interligação de registos de 4 bits [Vídeo com perguntas de atenção]</p> <p>AF6e - Exemplo de banco de registos (6.7) [Vídeo com perguntas de atenção]</p> <p>AF6f - Circuitos Sequenciais Nível Avançado [Lição]</p>
<p><b>7 Análise e Projeto de Circuitos Sequenciais</b></p> <p>AF7a - Realizações alternativas de circuitos sequenciais [Lição]</p> <p>AF7b - Determinação do diagrama de estados [Lição]</p> <p>AF7c - Projeto de circuitos sequenciais [Lição]</p>
<p><b>8 Simulador para Assembly</b></p> <p>AF8 – Instalar e testar o simulador P3 [Diversos]</p>
<p><b>9 Arquitetura de um Computador</b></p> <p>AF9 - Exercícios [Lição]</p>
<p><b>10 Conjunto de Instruções</b></p> <p>AF10a - Instruções de Assembly do P3 [Teste]</p> <p>AF10b - Exemplos de código [Lição]</p> <p>AF10c - Escrita de código [Diversos]</p>
<p><b>11 Programação em Linguagem Assembly</b></p> <p>AF11a - Traduzir código de C para Assembly P3 [Lição]</p> <p>AF11b - Exemplos de código [Lição]</p> <p>AF11c - Escrita de código [Diversos]</p>

### **4.3 | Atividades de Avaliação**

As atividades de avaliação, na modalidade de avaliação contínua, são constituídas por dois e-fólios e um p-fólio. O primeiro e-fólio cobre a parte prática de sistemas digitais, tendo os estudantes que implementar um pequeno sistema digital via simulador, e o segundo e-fólio a parte prática de organização básica do computador, tendo os estudantes que implementar um pequeno programa em assembly no processador dado, o P3, sendo o programa executado via um simulador. O p-fólio e o exame têm uma estrutura dividida em 4 grupos, em que o grupo I cobre a matéria dos capítulos 1 e 2, o grupo II cobre a matéria dos capítulos 4 e 5, o grupo III incide sobre a matéria dos capítulos 6 e 7, e o último grupo sobre a matéria dos capítulos 9 a 11. Embora o estilo das perguntas possa variar ligeiramente, a estrutura das provas escritas de avaliação, mantém-se ao longo do tempo. A maior parte das perguntas são perguntas tipo, variando apenas parte do enunciado. Desta forma reduzem-se eventuais erros devido a má interpretação do enunciado, e reduz-se o tempo de elaboração das provas, bem como eventuais gralhas.

Os e-fólios têm sempre enunciados originais e não artificiais, de modo a tornar a situação o mais real possível. São divididos em 3 ou 4 alíneas, de modo a permitir que um estudante que não tenha a matéria em dia possa manter as suas aspirações de passagem na UC. Simultaneamente a totalidade do e-fólio representa um desafio ao estudante mais aplicado, que pretenda obter uma nota elevada. Nos critérios de avaliação é valorizada a funcionalidade, simplicidade / modularidade, eficiência, apresentação e relatório. Um conjunto de penalizações derivadas de erros comuns são também descritas no próprio enunciado.

As atividades de avaliação têm sempre um feedback detalhado, e a classificação dividida em subcritérios, incluindo um comentário geral e de carácter orientador ao trabalho realizado pelo estudante. Para além do feedback individual, existe também o feedback global a todos os estudantes, em que são listados os principais erros cometidos, incluindo explicação detalhada, de modo a que todos possam beneficiar do trabalho dos colegas. Sobre o feedback global, pode seguir-se uma interação rica, que visa refletir sobre o trabalho realizado nos e-fólios.

## 5 | RESULTADOS

Nesta secção apresentamos os resultados obtidos com base em duas fontes principais. A primeira fonte é um conjunto de estatísticas recolhidas dos dois últimos anos letivos, 2013/14 e 2014/15 (apenas época normal), e a segunda fonte o resultado de um inquérito lançado aos estudantes.

Começamos por caracterizar a unidade curricular na tabela 5 em termos de número de estudantes inscritos, avaliados e aprovados, em ambas as modalidades e respetivas taxas de aprovação.

Tabela 5 – Número de estudantes inscritos, avaliados e aprovados em 2014/15 e 2013/14

	2014/15			2013/14		
	Inscritos	Avaliados	Aprovados	Inscritos	Avaliados	Aprovados
<b>Avaliação Contínua</b>	129	42	21	168	20	14
<b>Modalidade Exame</b>	22	1	1	18	9	3
<b>Total</b>	151	43	22	186	29	22
<b>Taxa de Aprovação</b>	14.6%	51.2%		11.8%	75.9%	

Esta unidade curricular tem mantido ao longo do tempo uma taxa de aprovação entre 10% a 20%, se tivermos como referência o número de estudantes inscritos. Embora esta taxa seja baixa, no contexto das 5 unidades curriculares do curso, no primeiro ano e primeiro semestre, esta UC é a terceira com maior em número de aprovações. A taxa de aprovação tendo como referência o número de estudantes avaliados, é claramente mais elevada, normalmente sempre superior a 50%. Esta situação pode ser parcialmente explicável devido a esta UC ser uma UC inicial, tendo portanto estudantes que ainda não tinham realizado UCs no regime de ensino a distância, e portanto parte terá desistido devido à falta de adaptação. Pretendemos de seguida analisar o que

ocorreu na UC, por ambas as vias, estatísticas e inquérito, de modo a melhor compreender estes resultados.

O primeiro indicador recolhido, é o número de visualizações de cada atividade letiva. Desta forma pode-se ter uma primeira noção de quais as atividades letivas mais relevantes no decorrer do curso. A tabela 6 apresenta as atividades letivas, nas quais as atividades formativas foram agrupadas por tópico, e assim pode-se ter uma fotografia de onde esteve centrada a maior atenção dos estudantes.

Tabela 6 – número de visualizações por atividade letiva, no ano 2014/15

<b>Atividades Letivas</b>	<b>Visualizações</b>
PUC	4713
EF A	1059
EF B	541
AF1	3749
AF2	3099
AF3	189
AF4	1213
AF5	359
AF6	320
AF7	330
AF8	261
AF9	294
AF10	934
AF11	766

Pode-se desde já verificar que o PUC foi o recurso mais consultado, ou seja, que os estudantes inicialmente estavam bastante interessados em saber como a UC iria decorrer, e quais as suas atividades ao longo do semestre. As atividades formativas iniciais foram visualizadas mais de 3000 vezes, existindo apenas 151 estudantes, o que se traduz num interesse elevado em realizar as tarefas propostas. No entanto, existem quebras significativas a partir do grupo de atividades AF5, baixando por vezes o número de visualizações para uma média de duas por estudante. Evidentemente que este indicador não nos pode confirmar se uma dada atividade formativa foi realizada por uma grande quantidade de estudantes, ou se o indicador resulta de apenas um pequeno grupo a visualizar diversas vezes a mesma atividade formativa.

Na tabela 7 detalha-se para a AF1a, a percentagem dos estudantes inscritos que não visualizaram a atividade formativa, outros que apenas visualizaram mas não realizaram nenhuma tentativa de resolução, e aqueles que submeteram pelo menos uma tentativa de resolução. Esta atividade formativa é um teste sem limite de tentativas de resolução, e tem feedback automático.

Tabela 7 – Percentagem dos estudantes que visualizaram e/ou realizaram a AF1a

AF1a	Estudantes
não abriu	26%
Visualizou	24%
Realizou	50%

Pode-se concluir que, embora algumas atividades formativas tenham um número elevado de visualizações, mesmo inicialmente, apenas metade dos estudantes inscritos estuda/investe o suficiente na UC para submeter uma tentativa numa atividade formativa inicial.

Na tabela 8 pode-se ver o número de intervenções no espaço da UC no fórum central e nos fóruns das turmas. Sendo o fórum o meio principal de contacto entre estudantes e equipa docente, e via principal para esclarecimento de dúvidas, a sua maior ou menor utilização poderá significar também um maior/ menor número de estudantes a realizar atividades letivas.

Tabela 8 – Número de mensagens e tópicos abertos, no espaço central e nas turmas, nos anos letivos 2014/15 e 2013/14

		2014/15	2013/14
<b>Fórum Central</b>	Tópicos	99	172
	Mensagens	678	1099
<b>Turma</b>	Tópicos	5	12
	Mensagens	9	32

Pode-se considerar que a interação é elevada, entre 50 a 80 mensagens por semana, e preferencialmente no fórum central. No entanto, nem todos os estudantes intervêm ou seguem o fórum diariamente. Como resultado, algumas perguntas são repetidas, e nas atividades de avaliação por vezes são cometidos erros já devidamente esclarecidos no fórum. Considera-se no entanto esta uma situação normal, uma vez que o envolvimento de cada estudante varia conforme o seu interesse e disponibilidade.

De modo a perceber em maior detalhe o porquê destes resultados, foi lançado o inquérito na Tabela 9, ao qual obtivemos 19 respostas, sendo apresentadas as perguntas, opções e respostas.

Tabela 9 – Inquérito aos estudantes

Pergunta	Opções	Respostas
Quantas horas estima ter despendido em todas as atividades formativas?	0 horas (não realizei)	0
	1 hora (vi esporadicamente as AFs, mas não as realizei)	1
	10 horas (realizei algumas AFs)	5
	Mais de 10 horas (realizei muitas AFs)	12
Indique que tipos de AFs que realizou:	Testes de resposta automática (AF1, AF2, AF5, AF10)	17
	Trabalhos sobre a forma de lição, com pergunta (AF1, AF2, AF4, AF5, AF6, AF7, AF9, AF10, AF11)	13
	Visualização de vídeos (AF1, AF2, AF4, AF6)	15
	Vídeos com perguntas de atenção (AF4, AF5, AF6)	12
	Instalação de simuladores (AF3, AF8)	16
	Exercícios não resolvidos (AF10, AF11)	8
	Arquivo de provas de Avaliação (exames/p-fólios, e-fólios)	17
Em que blocos realizou atividades formativas?	Introdução	14
	Componentes Digitais Básicos	15
	Organização Básica do Computador	14
Ao interagir nesta UC:	Não tive intervenções nos fóruns	1
	Utilizei o fórum Central	15
	Utilizei o fórum da Turma	9
	Comuniquei por mensagem da plataforma ou email	1
Considerou útil a divisão do e-fólio por alíneas com grau de dificuldade crescente?	Sim	17
	Não	0
Sente que os simuladores foram suficientes para a sua aprendizagem?	Sim, no caso de sistemas digitais	12
	Sim, no caso do Assembly	12
	Não, preferia ter implementação física de sistemas digitais, e/ou utilização de um processador comercial.	5
Comentário geral		8

Os estudantes que responderam ao inquérito, a maior parte realizou muitas atividades formativas. No entanto, de acordo com a tabela 7, a totalidade dos estudantes inscritos, apenas 50% realizaram a primeira atividade formativa, o que pode indicar que os estudantes que responderam ao inquérito, são maioritariamente os mais interventivos. A resposta aos módulos em que realizaram atividades formativas, vem corroborar esta suspeita, uma vez que os estudantes realizaram atividades formativas de todos os blocos por igual, enquanto na tabela 6, é nítido a realização de mais atividades formativas no primeiro bloco.

Os diversos tipos de atividades formativas foram todos valorizados. No entanto, sobressaem pela positiva, os testes de feedback automático, e o arquivo de provas realizadas. Pela negativa sobressaem os exercícios não resolvidos.

Na resposta relativa à forma de interação nos espaços da unidade curricular, vem de acordo com [2], que contém um estudo anterior desta mesma UC, que existe uma clara preferência pelo espaço central, mas em percentagem consideravelmente inferior à registada nos anos letivos 2014/15 e 2013/14, pelo que a utilização do fórum central tem crescido ao longo do tempo.

A existência de alíneas de dificuldade crescente nos e-fólios foi considerada por todos os estudantes que responderam ao inquérito, como sendo um fator positivo.

Relativamente aos simuladores, a maior parte está satisfeita com os simuladores, mas uma percentagem considerável dos estudantes que responderam, preferem ter uma implementação física ou a utilização de um processador comercial.

No comentário geral, houve uma referência a aulas *online* (sessões síncronas), e várias referências reforçando a utilidade/necessidade de mais vídeos. Há

também uma proposta para atualização do simulador de sistemas digitais e simulador de assembly. Propõe-se também a criação de trabalhos de grupo a serem avaliados.

## 6 | CONCLUSÕES

Apresentou-se os conteúdos e tipos de atividades letivas da UC de Arquitetura de Computadores, bem como resultados da sua execução em dois anos letivos consecutivos. Estes dados foram complementados com a realização de um inquérito.

Conclui-se que a interação do fórum central mantém-se a forma mais eficaz e aconselhável, numa UC com diversas turmas, como meio de manter um nível adequado de acompanhamento dos estudantes. Por outro lado, a nível de atividades formativas, as que têm feedback automático e portanto dispensam interação, são claramente as mais valorizadas pelos estudantes, bem como a existência de um arquivo com atividades de avaliação anteriores. A divisão dos e-fólios por alíneas foi valorizado pela totalidade dos estudantes que responderam ao inquérito. Estes quatro pontos são bastante claros no contexto desta UC, pelo que se considera poder ser também o caminho a seguir no contexto de outras UCs, na qual as atividades de feedback automático é o único recurso que tem custos consideráveis para o docente. A criação do fórum central, a disponibilização de atividades de avaliação anteriores, e a divisão do enunciado do e-fólio por alíneas, não acarreta mais trabalho.

O desenvolvimento de pequenos vídeos explicativos, mesmo sem perguntas de atenção, aparenta ser uma segunda linha de atividades que os estudantes valorizam. Naturalmente que aqui há custos de produção dos vídeos, mas os mesmos podem auxiliar alguns tipos de estudantes, que de outra forma podem não ficar num estado sequer em condições de colocar dúvidas.

A utilização de lições com perguntas de atenção, tal como a produção de vídeos com perguntas de atenção, nem tão pouco a criação de exercícios não resolvidos, não aparenta ser o caminho para melhor rentabilizar o trabalho docente na melhoria de uma UC.

Como medidas de evolução desta UC, pode-se considerar as propostas apresentadas pelos estudantes no inquérito, no comentário geral, um bom ponto de partida. Sessões síncronas de dúvidas, apontado como necessidade por um estudante, provavelmente esta medida poderá ter pouco impacto, mas sempre contribui e é realizável desde que devidamente organizada para não retirar disponibilidade ao docente sem qualquer benefício para os estudantes. Mais vídeos e sobre partes mais simples, complementares aos existentes, é outra via possível para reforçar as atividades formativas. A troca de simuladores poderá ser ponderada sobre as vantagens/desvantagens, e atendendo à existência de alguns estudantes preferindo laboratórios físicos, pode-se também ponderar a realização do e-fólio de sistemas digitais fisicamente. Uma mais arrojada evolução da UC, será a criação de trabalhos de grupo, porque não, sugerida por um estudante, tal como aliás já tinha sido apontado pela avaliação da A3ES para o curso, como uma necessidade.

## 7 | REFERÊNCIAS

Pereira, A. et al. (2008). *Universidade Aberta's Pedagogical Model for Distance Education: A University for the Future*. Lisboa: Universidade Aberta.

Coelho, J. & Marcos, A.F. (2010). O fórum central: catalizador da participação do aluno em turmas virtuais no ensino a distancia online. *Encontros Bibli: Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, 2, 85-99.

Arroz, G. et al. (2007). *Arquitectura de Computadores: dos Sistemas Digitais aos Microprocessadores*. IST Press. ISBN: 978-972-8469-54-2.