



Perusall: uma simbiose entre machine learning e pedagogia

Perusall: a symbiosis between machine learning and pedagogy

Manuela Francisco

Laboratório de Educação a Distância e Elearning, (LE@D/UID 4372/FCT) da Universidade Aberta
Centro de Estudos em Educação e Inovação (CI&DEI/ UID-FCT nº 5507), Politécnico de Leiria
maria.francisco@uab.pt
<https://orcid.org/0000-0002-4507-7859>

Cristina Amado

mcas.francisco@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-9755-9553>

Resumo:

Neste trabalho apresentamos um estudo exploratório que visa contribuir para uma melhor compreensão das potencialidades da inteligência artificial e em particular do *machine learning* nas práticas pedagógicas, quer ao nível do envolvimento dos estudantes, quer ao nível do trabalho do professor no acompanhamento do processo de aprendizagem e avaliação dos estudantes. Foi utilizada a ferramenta de leitura colaborativa Perusall que analisa as interações dos estudantes e o conteúdo dos comentários, através de um algoritmo de qualidade, fornecendo diversos relatórios e atribuindo notas individuais de acordo com 6 parâmetros. O Perusall, integrado no moodle da Universidade Aberta, foi utilizado no âmbito de uma unidade curricular do 2º ano, da licenciatura em Educação. Foi desenhada uma atividade inspirada no *Inquiry-Based Learning*, com a duração de 1 mês, onde se pretendia a leitura de um documento de 43 páginas, elaboração de 3 questões, resposta a 2 questões dos colegas e votação nas 3 melhores questões (baseadas em parâmetros de qualidade fornecidas pelo professor). No final da atividade, os estudantes responderam a um questionário sobre a ferramenta e estratégia pedagógica. Foram envolvidos 246 estudantes (referente a 2 anos letivos) dos quais 204 concluíram a atividade. Os resultados, baseados nos dados do Perusall e nos relatórios dos estudantes, evidenciam altos níveis de motivação que poderão traduzir-se numa leitura mais atenta e numa aprendizagem mais consolidada, contribuindo ainda para uma maior autorregulação e correção. Do ponto de vista do professor, a inteligência artificial facilita o acompanhamento individual e coletivo e torna o processo de avaliação mais célere e objetivo.

Palavras-chave: Machine learning; Inteligência artificial; Perusall; leitura colaborativa; inquiry-based learning; educação a distância.

Abstract:

In this paper we present an exploratory study that aims to contribute to a better understanding of artificial intelligence, particularly machine learning potentiality in pedagogical practices, both in terms of student engagement and teacher's work namely in monitoring and students' assessment.





We used Perusall, a collaborative reading tool that analyzes student interactions with content and with other students, through a quality algorithm, providing various reports and assigning individual grades according to 6 parameters. Perusall, integrated on moodle of the Universidade Aberta, was used in the context of a 2nd year curricular unit, of the Education undergraduate program. An activity inspired by inquiry-based learning, lasting 1 month, was designed, where it was intended to read a 43-page document, create 3 questions, answer 2 questions from colleagues and vote on the 3 best questions (based on quality parameters provided by the teacher). After this activity, students answered a questionnaire about Perusall and pedagogical strategy. 246 students were involved (referring to 2 school years), of which 204 completed the activity. The results, based on Perusall data and student reports, show high levels of motivation that could mean deeper reading and more consolidated learning, further contributing to greater self- and co-regulation. From the professor's perspective, artificial intelligence facilitates individual and collective monitoring and makes the assessment process faster and more objective.

Keywords: Machine learning; Artificial intelligence; Perusall; collaborative reading; inquiry-based learning; distance education.

Resumen:

En este trabajo presentamos un estudio exploratorio que tiene como objetivo contribuir a una mejor comprensión de la potencialidad de la inteligencia artificial y en particular del *machine learning* en las prácticas pedagógicas, tanto a nivel de participación de los estudiantes como a nivel del trabajo del profesor en el seguimiento del proceso de aprendizaje y evaluación de los estudiantes. Se utilizó la herramienta de lectura colaborativa Perusall que analiza las interacciones de los estudiantes y el contenido de los comentarios, a través de un algoritmo de calidad, proporcionando varios informes y asignando calificaciones individuales de acuerdo con 6 parámetros. Perusall, integrado en moodle de la Universidade Aberta, se utilizó en el contexto de una unidad curricular de 2º año, del grado en Educación. Se diseñó una actividad inspirada en *Inquiry-Based Learning*, con una duración de 1 mes, donde se pretendía la lectura de un documento de 43 páginas, crear 3 preguntas, responder 2 preguntas de colegas y votar las 3 mejores preguntas (criterios definidos por el profesor). Al final de la actividad, los estudiantes respondieron a un cuestionario sobre la herramienta y la estrategia pedagógica. Participaron 246 estudiantes (refiriéndose a 2 años escolares), de los cuales 204 completaron la actividad. Los resultados, basados en datos de Perusall e informes de estudiantes, muestran altos niveles de motivación que podrían significar una lectura más profunda y un aprendizaje más consolidado, contribuyendo a una mayor autorregulación y correulación. Desde la perspectiva del profesor, la inteligencia artificial facilita el seguimiento individual y colectivo y hace que el proceso de evaluación sea más rápido y objetivo.

Palabras clave: Machine learning; Inteligencia artificial; Perusall; lectura colaborativa; inquiry-based learning; educación a distancia.

Introdução

A tecnologia tornou-se uma componente intrínseca da educação a distância e eLearning (McGreal & Elliott, 2004; Bates, 2005; Garrison & Anderson, 2003), tendo-se estendido a todos os contextos educativos, não apenas pela situação pandémica que se impôs em 2020 (OECD, 2020),





mas também pela variedade de dispositivos e ferramentas disponíveis no quotidiano e passíveis de utilização na Educação. Acresce a estes fatores, o perfil dos estudantes, que utilizam os dispositivos móveis em todos os contextos da vida diária. De acordo com vários autores (Dolot, 2018; Fry & Parker, 2018; Mohr & Mohr, 2017; Seemiller & Grace, 2017) esta nova geração, conhecida como Geração Z, fazem uma apropriação da tecnologia como um prolongamento do seu “eu”, ou seja, a tecnologia está totalmente integrada na sua vida diária. Estes jovens nasceram na época em que a internet se tornou acessível ao público em geral e com ela as novas formas de comunicação/ interação online decorrentes da mudança de paradigma da web 1.0 para a web 2.0. Foi na infância destes jovens que proliferaram os conteúdos digitais (nomeadamente o vídeo), surgiram as redes sociais, o comércio online, o uso generalizado dos telemóveis, assim como o ritmo da informação, do acesso, do estar - onde o tempo e o espaço ganham outra dimensão. Inevitavelmente, estes aspetos, associados à instabilidade financeira, ao terrorismo e, mais recentemente à pandemia por Covid-19, influenciaram a educação e experiência destes jovens, quer no binómio segurança-liberdade quer na motivação e estruturação de percursos de vida. Os contextos de interação passam a ser personalizados, mediados pela tecnologia, e a realidade é uma fusão entre o digital e o físico, sendo que estas características os distinguem das gerações anteriores.

Como tal, é inevitável que o sistema educativo, nomeadamente o ensino superior, adote a tecnologia de forma mais maciça e equitativa. Contudo, o uso da tecnologia deve ser adequado ao contexto, à estratégia pedagógica e aos objetivos de aprendizagem (Laurillard, 2008; Mentis, 2008). Além disso, a integração da tecnologia que recorre à Inteligência Artificial (IA) pode desempenhar um papel fundamental também para o professor, em particular nas tarefas de monitorização e avaliação, permitindo um feedback mais individualizado e atempado.

Estas novas oportunidades educativas que, além de emergentes, são de fácil acesso, devem ser estruturadas e adequadas para estes novos perfis de estudantes. Para que atinjam os objetivos a que se propõem e para que sejam consideradas práticas educativas de qualidade é necessário que se realizem avaliações a este tipo de atividades. Esta vertente pode ser suportada pelas potencialidades de *machine learning* (ML). Maini & Sabri (2017) apresentam ML como sendo uma subárea de IA, que capacita os computadores para aprenderem de forma autónoma. Esta capacidade assenta em algoritmos direcionados para a aprendizagem da máquina, e permitem a identificação de padrões em informação existente e construção de modelos para predição sem terem de ser efetivamente programados para esse fim. Como defendido por Brownlee (2016), ML é sustentado por algoritmos e o seu aspeto mais valioso é a capacidade para modelação preditiva. A implementação de modelos preditivos é desenvolvida com base na informação e dados históricos para obtenção de futuros e novos dados.

Procurando analisar o comportamento do ML em contexto educativo e, em simultâneo, adotar uma estratégia pedagógica que estimulasse a leitura, foi desenhada uma atividade colaborativa inspirada no *inquiry-based learning* e *peer-instruction*, que decorreu na plataforma Perusall. Esta plataforma de leitura e anotação social, online e gratuita, desenvolvida pela Universidade de Harvard, permite a leitura e anotação colaborativa, comunicação assíncrona entre estudantes e disponibiliza diversas funcionalidades de interação com o documento de leitura (ou outros conteúdos multimédia) e com os comentários dos colegas. Recorre ao ML para avaliar a qualidade das anotações



dos estudantes, através de um algoritmo de qualidade, sendo este um dos componentes utilizados para a avaliação dos estudantes. Estes componentes analisam as interações do estudante com o documento e com os colegas, fornecendo ainda relatórios de atividade ao professor. O potencial pedagógico do Perusall tem sido documentado em vários estudos (Adams & Wilson, 2020; Biro, 2021; Cecchinato & Foschi, 2020; Clarke, 2019; Francisco & Amado, 2021; Lee & Yeong, 2018; McFarlin, 2020; Miller et al., 2018; Suhre et al., 2019; Walker, 2019; Woodward & Neunaber, 2020), não só pela diversidade de estratégias que podem ser adotadas, mas também pelo nível de envolvimento dos estudantes com o tema em estudo. O “Analytics” da plataforma gera relatórios ao longo da atividade, permitindo que o professor adeque estratégias de acordo com os temas que geraram mais interações ou preveja mecanismos de apoio a estudantes que mostraram maiores dificuldades.

Contextualização teórica

O *machine learning* (ML) é uma área técnica emergente situada entre as ciências computacionais e estatísticas, e em inteligência artificial (IA) e as ciências de dados/informação, sendo considerada essencial para uma educação de maior precisão e otimizadora da aprendizagem (Jordan & Mitchell, 2015). Luan & Tsai (2021) referem que os algoritmos de ML podem ajudar na identificação de padrões e perfis dos estudantes, possibilitar a construção de novos modelos e perspectivas, e fazer previsões. Associadas a estas funcionalidades, com base nos dados e informação histórica, torna-se possível fazer recomendações e personalizar soluções adequadas a situações específicas. Os autores salientam ainda que as técnicas de ML constituem mais-valia em diversas áreas de aplicação onde se destaca o ensino-aprendizagem por apresentarem baixos custos em ferramentas de análise e formação.

Yang et al. (2021) e Yang, (2019) consideram que a aplicação de técnicas de IA e de ML conducentes a análise do percurso de aprendizagem para a melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem do estudante são determinantes para *Precision education*. Yang (2021) esclarece que *Precision education* inclui as etapas de diagnóstico, previsão, tratamento dos dados e prevenção que estão associadas ao processo de identificação dos padrões de aprendizagem e comportamento do estudante, e previsão de resultados de aprendizagem baseados nos dados recolhidos. Estas etapas possibilitam a intervenção atempada no processo de ensino- aprendizagem, por parte do professor, do desenho instrucional se planeado de acordo com diferentes progressos e perfis, assim como possibilita ao estudante ter um maior envolvimento e regulação do seu processo de aprendizagem (*Self-Regulated Learning*). Pedrosa et al. (2016) clarificam que o *Self-Regulated Learning* (SRL) consiste na supervisão intencional, dinâmica e perseverante das ações dos próprios estudantes. Como referido, o envolvimento do estudante no seu processo de aprendizagem contempla adaptações e regulação intencional ao nível da cognição, comportamento, emoções e a própria motivação adequando estratégias. O estudante intensifica e melhora o seu processo de aprendizagem e atinge objetivos pessoais por intermédio de estratégias por ele adotadas.

O SRL é particularmente importante na Educação a distância, uma vez que é o estudante que assume a orientação dos seus processos individuais de aprendizagem. Como defendido por Zimmerman (2015), SRL é um processo auto dirigido de transformação e adaptação de habilidades





mentais do estudante em habilidades relacionadas com tarefas em distintas áreas de aprendizagem. Ao longo do processo de aprendizagem, o estudante percebe como agir por forma a atingir metas de aprendizagem e vai ajustando processos e estratégias, à sua medida. Winne & Hadwin (2010), Ahmed (2017) e Panadero (2017), reforçam que esta autonomia, que permite alcançar objetivos de aprendizagem, veicula e estimula a motivação do estudante na orientação do seu conhecimento. Este tipo de regulação está associado à metacognição pela autoavaliação das atividades cognitivas antecedentes. Assim, quando a regulação é iniciada e gerida pelo próprio estudante passa a ser autorregulação (*self regulation*). Em contextos de aprendizagem, a autorregulação de processos para adquirir e construir o próprio conhecimento é considerado como SRL. Assim, o SRL assume destaque na aprendizagem online e, como verificado em estudos anteriores, a motivação e os objetivos dos estudantes assumem importância na forma como estes conceptualizam o propósito de um curso, que por sua vez influencia a sua perceção do processo de aprendizagem (Yang, 2021).

Contudo, a abordagem pedagógica utilizada pode ser determinante para a motivação e envolvimento do estudante no seu processo de aprendizagem. Das várias teorias de aprendizagem associadas ao ensino a distância, consideramos que abordagens colaborativas podem ser mais eficazes na construção individual e social do conhecimento, tal como expressado por diversos autores (Bandura, 1977, 2011; Siemens, 2005; Vygotsky, 1978). Smith & MacGregor (1992) e Jonassen (1996) defendem que a aprendizagem colaborativa coloca o estudante num papel ativo através do desenvolvimento de atividades que promovem o trabalho entre pares na procura de soluções e compreensão de determinado assunto, sendo estas práticas mais eficazes que o tradicional método expositivo. As atividades colaborativas além de beneficiarem o processo cognitivo individual da aprendizagem, contribuem para o desenvolvimento de competências sociais (Laal & Ghodsi, 2012; Law, So & Chung, 2017), assim como para a metacognição do grupo (Biasutti & Frate, 2018) e para a autorregulação (Zimmerman, 2013). Ainda sobre os processos de autorregulação, alguns autores (Alanazi, 2017; Panadero & Järvelä, 2015), destacam os processos de regulação colaborativa e conjunta da aprendizagem (*Co-Regulated Learning*) como importantes em todo o processo de autorregulação e partilha de aprendizagens com uma perspetiva social. Como colocado por Hadwin, Järvelä & Miller (2017), a regulação é assumida como uma extensão além da cognição e envolvendo as ações de controlo da própria motivação, emoção e comportamento. O *Co-Regulated Learning* (CRL) é baseado em interações e partilhas estratégicas interpessoais a partir de estímulos flexíveis e transacionais, suporte ao nível dos grupos de colaboração e regulação produtiva da aprendizagem. É assumido em períodos específicos de aprendizagem de grupo (Panadero & Järvelä, 2015) partilhadas e reguladas socialmente, enfatizando os contextos sociais de aprendizagem e não o isolamento do estudante, com recurso de atividades envolvendo “instrutor” e pares (Alanazi, 2017).

Uma das estratégias de aprendizagem colaborativa que pode ser adotada para uma aprendizagem mais significativa e em simultâneo, promover o SRL e o CRL, é a realização de questões elaboradas pelos estudantes e respondidas pelos colegas do grupo (Butler & Schnellert, 2012; Hu, Kuh & Li, 2008). Diversos estudos (Aditomo et al., 2013; Friesen & Scott, 2013; Justice et al., 2007; Lee et al., 2004; Spronken-Smith et al., 2007; Zafra-Gómez, Román-Martínez & Gómez-Miranda, 2015) referem que a aprendizagem baseada em questionamento (*inquiry-based learning*) permite que o estudante ganhe consciência sobre o que já sabe e o que pretende aprofundar ou



necessita para resolver determinado problema. Eric Mazur, considerado o “pai” do *peer-instruction* e um dos responsáveis pelo desenvolvimento da ferramenta Perusall, defende que se a resposta a uma determinada questão ou dúvida de um estudante for apresentada pelos pares, que explicam de acordo com a forma como aprenderam (*peer-instruction*), o processo de compreensão é facilitado e torna-se mais significativo (Mazur, 1997).

Metodologia

O presente trabalho resulta do projeto piloto de integração do Perusall no Moodle institucional e utilizado na Unidade Curricular (UC) Acessibilidade em Educação e Formação, do 2º ano da Licenciatura em Educação. O curso é totalmente a distância e a interação é fundamentalmente assíncrona.

Este estudo exploratório tem na sua base uma atividade colaborativa que decorreu no Perusall (ferramenta que integra machine learning). Como já foi referido, esta ferramenta permite leitura colaborativa, comunicação síncrona e assíncrona entre os participantes, através da escrita, em tempo real ou diferido. Além destas funcionalidades, o Perusall permite a avaliação de forma automática de cada participante, com base na interação, segundo parâmetros estabelecidos e dentro das datas previstas para a atividade. A ferramenta também gera relatórios que ajudam o professor a compreender quais os tópicos ou temas despertaram mais interesse, os que não foram explorados, os que levantaram mais dúvidas, permitindo-lhe explorar de outra forma esses tópicos.

A abordagem pedagógica adotada é inspirada no modelo de Inquiry-Based Learning (IBL) que permite criar situações de aprendizagem mais significativas. Alguns autores referidos na secção anterior, salientam que o IBL permite aos estudantes uma maior reflexão e envolvimento com a temática em estudo e a sua aplicabilidade em contextos reais. Também é referido na literatura, que este modelo combinado com uma abordagem sócio-construtivista potencia uma maior consciencialização dos problemas e soluções relacionadas com o tema, permitindo ainda inovar em novos cenários. Assim, partindo destes pressupostos, desenhou-se uma atividade de índole colaborativa, onde é fornecido um documento para leitura, reflexão e questionamento. O Documento, com 43 páginas, apresentava as diretrizes de acessibilidade e as estratégias para criar conteúdos digitais acessíveis. As instruções para a realização da atividade indicavam que cada estudante deveria colocar 3 questões que relacionassem a teoria com a prática, podendo apresentar cenários concretos, deveriam responder a duas questões dos colegas e votar nas 3 questões que considerassem mais interessantes e que relacionassem a teoria com a prática e/ou que motivasse mais pesquisas sobre o tema. A avaliação, com um peso de 20% na nota final, incidiu na qualidade das questões colocadas e votadas, assim como na nota gerada pelo Perusall e configurada para fazer uma avaliação holística da participação, com base no algoritmo de qualidade, no tempo de leitura, nas interações com o documento e com os outros estudantes.

Foram analisados os dados obtidos em 2 anos consecutivos (ano letivo 2020-21 e 2021-22). No primeiro ano estiveram envolvidas 2 turmas, no total 115 estudantes e no segundo ano estiveram envolvidas 3 turmas no total com 131 estudantes. A atividade desenhada no Perusall decorreu no segundo semestre de cada ano letivo, entre os meses de abril e maio, sendo mantidos os critérios



de avaliação e recursos disponibilizados. No Perusall, foram definidos grupos de 30 participantes, ou seja, 2 grupos por cada turma. O Professor assumiu um papel passivo neste período, apoiando apenas nas questões técnicas e dúvidas relacionadas com as instruções da atividade.

No final da atividade, foi solicitado aos estudantes a realização de um relatório que continha um questionário aberto. Os dados obtidos foram analisados, procurando compreender as percepções e motivações dos estudantes relativamente à ferramenta Perusall, e à estratégia pedagógica utilizada.

Assim, os dados analisados tiveram origem em 2 fontes distintas: 1) depoimento dos estudantes (questionário relativo às dificuldades sentidas e vantagens no uso da plataforma); 2) Perusall (relatórios analíticos e notas atribuídas).

O questionário apresentava 5 questões abertas, não restringindo o estudante ao limite de palavras. Para análise das respostas adotou-se uma metodologia de análise qualitativa de conteúdo que permite, por um lado fornecer maior liberdade aos estudantes, e por outro, obter informação menos distorcida (Krippendorff, 2004). Nesta análise de conteúdo sintática, procedeu-se à identificação de palavras e expressões destacadas pelos estudantes, que foram agrupadas em categorias principais, em consonância com Berg & Lune (2017). Foram destacadas as expressões e palavras que melhor caracterizavam a opinião do estudante, tendo sido agrupados sinónimos e expressões. No geral, a expressão mais utilizada foi estabelecida como parâmetro a analisar. Esta estratégia permitiu utilizar os valores qualitativos e aplicar uma análise quantitativa que traduz os parâmetros nas respostas dos estudantes. Para um parâmetro a não observância de comentário assume o valor "0", a observância o valor "1" e a opinião não conclusiva assume o valor "2". Os dados obtidos foram organizados em folha de cálculo e tratados com o recurso a ferramentas de contagem de frequência de ocorrências. Foram contabilizadas as ocorrências ou frequências absolutas dos parâmetros.

Os dados obtidos no Perusall tiveram na sua base os relatórios de atividade dos estudantes (ao longo de 30 dias) e a avaliação holística, que resulta da soma das notas obtidas em cada um dos 6 componentes, tendo sido definida uma escala de 0 a 20 valores. Para cada um destes componentes foi atribuída uma percentagem de 50%, conforme apresentado na tabela 1. Isto significa que o estudante pode obter até ao máximo de 50% da nota definida naquele componente. Além desta percentagem, podem ainda ser definidos créditos (incrementos) extra ou penalizações. Para o componente de anotação foi indicado o número esperado de 5 anotações, tendo sido definido o valor de 1 ponto para anotações de baixa qualidade, 3 pontos para anotações de média qualidade e 4 pontos para anotações de elevada qualidade (a qualidade das anotações é calculada pelo algoritmo de qualidade do Perusall). Foi ainda definida uma penalização de 10% sobre a nota obtida neste componente, para anotações não distribuídas ao longo do documento (um dos requisitos da atividade). No componente de leitura ativa, foi adicionado um incremento de 0,2% atribuído a cada minuto que o estudante gasta a ler ativamente antes do prazo final. Para o componente de obtenção de respostas a comentários, foi definido um incremento de 2,5% por cada resposta obtida a um comentário. Para o componente de votação, foi definido um incremento de 10% por cada votação (sendo esta tarefa solicitada nas indicações da atividade) e o incremento de 5% por cada votação recebida. Se um estudante exceder em quantidade o número de anotações e todas forem avaliadas com a nota máxima de qualidade, se o estudante abrir várias vezes o documento, demonstrar uma leitura ativa, votar e receber



votações, pode obter uma pontuação superior a 20 valores, sendo apresentado na nota final o máximo de pontos definidos (neste caso, 20 valores).

Tabela 1. Percentagem atribuída a cada componente da avaliação

Evidência	% atribuída
Conteúdo de anotação (baseado no algoritmo de qualidade das anotações)	50
Abertura do documento (crédito por cada vez que o documento é aberto)	50
Leitura (crédito pela quantidade do documento lido)	50
Tempo de leitura ativa (crédito por cada minuto que o aluno gasta no seu envolvimento com o documento e tarefas)	50
Obtenção de respostas a comentários (crédito por escrever comentários e perguntas que provocam respostas de outros alunos)	50
Votações (crédito por escrever comentários e perguntas que são votados por outros alunos, e crédito por votar em comentários de outros alunos)	50

A variedade de parâmetros e as suas especificações, permite várias possibilidades de obter nota máxima. Contudo, um estudante que realize todas as tarefas propostas nas indicações da atividade (colocação de 5 anotações, das quais 3 perguntas distribuídas por diferentes capítulos do documento e 2 respostas a colegas, e 3 votações) poderá não obter a nota máxima; assim como um estudante que não realize todas as tarefas, mas tenha uma elevada qualidade nos seus contributos e tenha demonstrado uma leitura ativa ao longo do documento, poderá obter a nota máxima.

Resultados

Em 2021, dos 115 estudantes inscritos na UC e em avaliação contínua, 84 participaram parcial ou totalmente na atividade. Em 2022, dos 131 estudantes inscritos, 120 apresentaram participação semelhante aos do ano anterior. Baseado nos dados obtidos no Perusall, é apresentada a atividade dos estudantes relativamente à sua participação e desempenho, conforme mostra a tabela 2.

Tabela 2. Relatório geral da atividade dos estudantes

Evidência	2021	2022
Estudantes que acederam ao Perusall	115	131
Estudantes que excederam as tarefas solicitadas	69	59
Estudantes que completaram todas as tarefas solicitadas	12	33
Estudantes que realizaram algumas tarefas solicitadas	3	29
Estudantes que não realizaram nenhuma tarefa solicitada	31	11
Tempo médio de leitura	2h34min	2h39min
Pontuação (nota) média	14,1	14,6
Total de comentários	641	681
Total de questões	245	327
Questões não respondidas	79	144

É de salientar que da totalidade dos estudantes que entraram no Perusall, em ambos os anos letivos, alguns encontravam-se em avaliação final por exame, tendo sido concedida permissão para aceder à ferramenta sem possibilidade de interação com o documento e colegas.

Além destes dados, o Perusall gerou outros relatórios, como o mapa de distribuição temporal (dias e horas) da participação dos estudantes. Nesse relatório verificou-se que a participação ao longo do tempo foi equilibrada, apesar de mais fraca no início e mais participativa nos últimos dias da atividade. Em termos de horário, e para os anos analisados, são destacados 3 períodos: de manhã, entre as 11h e as 13h, à tarde entre as 16h e as 17h, concentrando-se à noite entre as 20h e as 23h. Este horário é referido à hora de verão de Lisboa (UTC+1).

Outro relatório mostra as anotações mais votadas e o nível de envolvimento dos estudantes. Na informação apresentada pelo Perusall, são mostrados os comentários mais votados e os estudantes mais ativos. Em observação dos resultados em cada um dos anos letivos, verificamos que não existe uma relação direta entre estes dados, uma vez que alguns dos comentários mais votados não foram colocados pelos estudantes mais ativos.

Os dados obtidos no “*Confusion Report*”, mostram que o primeiro capítulo do documento foi o que gerou mais interações em ambas as turmas, nomeadamente novas questões e votação. O terceiro capítulo foi ainda alvo de partilha de informação externa ao documento (hiperligações e imagens).

Relativamente à análise qualitativa das respostas às questões abertas, as tabelas 3 e 4 apresentam os resultados percentuais obtidos para cada evidência identificada pelos estudantes. A maioria dos estudantes considerou vantajoso o uso da ferramenta, por considerar facilitadora de aprendizagem e potenciadora de interação entre pares, conforme é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3. Aspetos positivos no uso do Perusall (evidências observadas)

Evidência	2021	2022
Vantagens	86%	92%
Facilitador da aprendizagem	39%	52%
Aumento da interatividade/interação com pares	54%	71%
Fácil acesso ao conteúdo	15%	21%
Aprendizagem/participação colaborativa e cooperativa	62%	69%
Aumento da proatividade	11%	17%

Os aspetos menos favoráveis, sobre a experiência com a ferramenta Perusall, estão relacionados com as dificuldades sentidas, nomeadamente no início da atividade, conforme apresentado na tabela 4.

Tabela 4. Aspetos negativos no uso do Perusall (evidências observadas)

Evidência	2021	2022
Dificuldades apenas no início	48%	45%
Pouco intuitivo	13%	11%
Idioma da interface em inglês	10%	17%
Incompatibilidades com o navegador	4%	13%



Apesar de 48% em 2021 e de 45% em 2022 terem referido dificuldades no início da atividade, relacionadas com o facto de estarem a utilizar pela primeira vez a plataforma, a maioria referiu que as mesmas foram ultrapassadas. Alguns estudantes identificaram dificuldades com a utilização de algumas das funcionalidades da ferramenta. Esta situação foi participada pelos estudantes e apresentava similaridades, com destaque para a utilização do mesmo navegador de Internet. Relativamente às incompatibilidades com o navegador, foi referido a dificuldade de escrever no editor de comentários. Este problema já tinha sido identificado no ano letivo de 2020/2021, sem termos identificado a origem do problema e respetiva solução. Em 2022, após ser novamente reportado o problema por alguns estudantes no fórum de apoio à atividade, nomeadamente com o navegador Google Chrome, verificou-se que o mesmo ocorre quando é ativada a funcionalidade de tradução automática do Google. Desativada a funcionalidade, deixa de existir problema de escrita. Ainda a salientar que alguns estudantes referiram que, apesar da ferramenta ser interessante, preferem ter o documento em papel, por considerarem que facilita a concentração na leitura e preferirem fazer anotações manuscritas diretamente no papel.

Relativamente à abordagem pedagógica baseada no levantamento de questões, foi consensual entre os estudantes, que obriga a uma leitura mais atenta e refletida. Para a elaboração de perguntas de qualidade foi disponibilizado aos estudantes, no início da atividade, indicadores de qualidade e exemplos, conforme apresentado na tabela 5.

Tabela 5. Indicadores de qualidade das perguntas e exemplos

Indicadores	Exemplo
Cruza informação (entre as temáticas em estudo, com temáticas abordadas nos módulos 1 ou 2, ou com outra bibliografia)	Qual a tecnologia de apoio utilizada por uma pessoa cega, para navegar numa página web?
Recorre a exemplos	Podemos considerar acessível o vídeo https://www.youtube.com/watch?v=znsIN8zBuek ? Justifique a resposta.
Apresenta um cenário	“A Joana é Designer multimédia e tem uma larga experiência em criar websites arrojados e inovadores. Uma empresa pública contratou-a para desenhar o seu novo website que teria de cumprir com os requisitos de acessibilidade. A Joana ficou em pânico. Acessibilidade? Será que não pode utilizar imagens? E cor... terá de usar só preto e branco?” Como podemos ajudar a Joana?
Estimula a prática	Quais os passos para colocar o texto alternativo de uma imagem, no Microsoft Word?
Requer consulta de informação menos explícita	Quais as grandes diferenças entre as versões WCAG 2.0 e as WCAG 2.1?

Este aspeto foi também salientado pelos estudantes como uma orientação determinante para a elaboração de perguntas mais “difíceis” e complexas, tendo estimulado a consulta de matérias anteriores e de informação externa que ajudou a consolidar conhecimentos e a compreender melhor os conceitos em estudo na unidade curricular. Contudo, alguns estudantes





consideraram muito difícil elaborar questões. Uma minoria não gostou da atividade baseada em questionamento.

Conclusões

De um modo geral, podemos afirmar que, tal como referido na literatura, a maioria dos estudantes sente-se mais motivado com atividades colaborativas em contexto de ensino a distância e eLearning. O facto desta atividade ter decorrido numa nova plataforma, que apesar de intuitiva, revelou ser um pouco complexa de início para alguns estudantes, parece ter contribuído para um envolvimento equilibrado ao longo da atividade. Relativamente às dificuldades/incompatibilidades com o navegador Google Chrome, verificou-se que ao desativar a tradução automática para português, resolve o problema de escrita no editor de comentários. No geral, e apesar de algumas dificuldades experienciadas, os estudantes gostaram da experiência com o Perusall, que consideraram ser facilitadora da aprendizagem. Ao compararmos esta informação com os dados obtidos do Perusall, nomeadamente os relatórios de atividade, verificamos que o nível de adesão à atividade foi elevado e a maioria dos estudantes teve um envolvimento superior ao esperado. Relativamente à leitura colaborativa, alguns estudantes manifestaram necessidade de leitura prévia individual e em papel, uma vez que estão habituados a destacar informação e a fazer anotações desta forma mais tradicional.

Enquanto instrutores, identificámos diversas vantagens na utilização da plataforma, nomeadamente na facilidade de acompanhamento do processo de aprendizagem, identificação dos capítulos (assuntos) que necessitam de maior desenvolvimento e também uma excelente ajuda na difícil tarefa de avaliação dos contributos e envolvimento dos estudantes. Em particular, fomos surpreendidas pelo algoritmo de qualidade que, apesar da ferramenta só estar disponível em 4 idiomas, não incluindo o português, os comentários dos estudantes foram avaliados pelo algoritmo. Este tipo de processos ou algoritmos baseados em informação criada pelos estudantes e nas interações geradas durante o processo de utilização, ou seja, no decorrer da atividade de leitura colaborativa, é referido como uma técnica de *machine learning*, que de facto traz vantagens para a educação. É de referir também que os dados gerados pelo Perusall podem trazer vários contributos para a educação a distância, permitindo criar percursos individuais de aprendizagem de acordo com os ritmos, horários, interesses e dificuldades de cada estudante. Ao nível da estratégia pedagógica, consideramos que a elaboração de questões pode ter ajudado os estudantes nas primeiras interações no Perusall. Também, o facto de a atividade ser avaliada, poderá ter influenciado o nível de participação.

Apesar de continuarmos a estudar a utilização do Perusall conjugada com a estratégia de questionamento, os dados sugerem que estratégias pedagógicas mais ativas, combinadas com a tecnologia, em particular com plataformas/ferramentas como o Perusall, podem aumentar os níveis motivacionais e o envolvimento dos estudantes, contribuindo de forma positiva para o co- e *self-regulated learning*. Em simultâneo, a avaliação realizada pela ferramenta, permite um maior nível de objetividade, tornando a avaliação (atribuição de notas) mais justa e célere.





Os relatórios que vão sendo gerados ao longo da atividade permitem que o professor tenha uma participação mais ativa na orientação individual e na adequação atempada de estratégias adaptadas a cada necessidade.

Referências

- Adams, B., & Wilson, N. S. (2020). Building Community in Asynchronous Online Higher Education Courses Through Collaborative Annotation. *Journal of Educational Technology Systems*, 49(2), 250-261. <https://doi.org/10.1177/0047239520946422>
- Aditomo, A., Goodyear, P., Bliuc, A. M., & Ellis, R. (2013). Inquiry-Based Learning in Higher Education: Principal Forms, Educational Objectives, and Disciplinary Variations. *Studies in Higher Education*, 38(9), 1239–1258. <https://doi.org/10.1080/03075079.2011.616584>
- Ahmed, W. (2017). Motivation and Self-Regulated Learning: A Multivariate Multilevel Analysis. *International Journal of Psychology and Educational Studies*, 4(3), 1-11. <https://doi.org/10.17220/ijpes.2017.03.001>
- Alanazi, Rasis. (2017). Learning to Self-Regulate: Crafting Co-Regulation Experiences in an Online Learning Environment (Publication No. 1374) [Doctoral dissertation, University of Connecticut - Storrs]. UConn Library's <https://opencommons.uconn.edu/dissertations/1374>
- Bandura, A. (1977). *Social Learning Theory*. Prentice Hall.
- Bandura, A. (2011). Social cognitive theory. In P. A. M. van Lange, A. W. Kruglanski, & E. T. Higgins (Eds.). *Handbook of social psychological theories* (pp. 349-373). Sage.
- Bates, A. W. (2005). *Technology, e-learning and distance education* (2ª ed.). Routledge.
- Berg, B.L., & Lune, H. (2017). *Qualitative research methods for the social sciences* (9th ed.). Pearson Education Limited.
- Biasutti, M., & Frate, S. (2018). Group metacognition in online collaborative learning: validity and reliability of the group metacognition scale (GMS). *Educational Technology Research and Development*, 66, 1321–1338. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9583-0>
- Biro, S. (2021). Reading in a Time of Crisis: Using Perusall to Facilitate Close Reading and Active Discussion in the Remote Philosophy Classroom. *Teaching Philosophy*, 44(3), 241–254. <https://doi.org/10.5840/teachphil202132137>
- Brownlee, J. (2016). *Machine Learning Performance Improvement Cheat Sheet*. Edition V1.1. Retrieved from machine-learning-books-1/Machine Learning Performance Improvement Cheat Sheet 2016.pdf at master · jainsvaibhav/machine-learning-books-1 · GitHub
- Butler, D. L. & Schnellert, L. (2012). Collaborative Inquiry in Teacher Professional Development. *Teaching and Teacher Education*, 28, 1206–1220.
- Cecchinato, G., & Foschi, L. C. (2020). Perusall: University learning-teaching innovation employing social annotation and machine learning. *Qwerty: Open and Interdisciplinary Journal of Technology, Culture and Education*, 15(2). <https://doi.org/10.30557/QW000030>
- Clarke, A. (2019). Perusall: Social learning platform for reading and annotating (perusall LLC, perusall.com), *Journal of Political Science Education*, 17(1), 149-154. <https://doi.org/10.1080/15512169.2019.1649151>





- Dolot, A. (2018). The characteristics of Generation Z. *e-mentor*, 74(2), 44-50 <http://dx.doi.org/10.15219/em74.1351>
- Francisco M., & Amado C. (2021) Perusall's Machine Learning Towards Self-regulated Learning. In Y. M. Huang, C. F. Lai, & T. Rocha (eds.), *Innovative Technologies and Learning. ICITL 2021. Lecture Notes in Computer Science*, vol 13117. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91540-7_6.
- Friesen, S., & Scott, D. (2013, June). *Inquiry-based learning literature review*. <https://galileo.org/focus-on-inquiry-lit-review.pdf>
- Fry, R. & Parker, K. (2018). *Early Benchmarks Show 'Post-Millennials' on Track to Be Most Diverse, Best-Educated Generation Yet: A Demographic Portrait of Today's 6- to 21-Year-Olds*. Pew Research Center. <http://www.pewsocialtrends.org/2018/11/15/early-benchmarks-show-post-millennials-on-track-to-be-most-diverse-best-educated-generation-yet/>
- Garrison, D. R., & Anderson, T. (2003). *E-Learning in the 21st century: A framework for research and practice*. Routledge.
- Hadwin, A., Järvelä, S., & Miller, M. (2017). Self-regulation, co-regulation and shared regulation in collaborative learning environments. In D. Schunk, & J. Greene, (eds.). *Handbook of Self-Regulation of Learning and Performance* (2nd ed.). Routledge.
- Hu, S., Kuh, G. D., & Li, S. (2008). The Effects of Engagement in Inquiry-Oriented Activities on Student Learning and Personal Development. *Innovative Higher Education*, 33, 71–81. <https://doi.org/10.1007/s10755-008-9066-z>
- Jonassen, D. (1996). *Computers in the Classroom: Mind tools for critical thinking*. Merrill/ Prentice Hall.
- Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255-260. <https://doi.org/10.1126/science.aaa8415>
- Justice, C., Rice, J., Warry, W., Inglis, S., Miller, S. & Sammon, S. (2007). Inquiry in Higher Education: Reflections and Directions on Course Design and Teaching Methods. *Innovative Higher Education*, 31(4), 201–214. <https://doi.org/10.1007/s10755-006-9021-9>
- Krippendorff, K. (2004). *Content Analysis: An Introduction to its Methodology* (2nd ed.). Sage
- Laal, M. & Ghodsi, S. M. (2012). Benefits of collaborative learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 31, 486-490. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.091>
- Laurillard, D. (2008). *Digital technologies and their role in achieving our ambitions for education*. Institute of Education, University of London. http://eprints.ioe.ac.uk/628/1/Laurillard2008Digital_technologies.pdf
- Law, Q. P. S., So, H. C. F. & Chung, J. W. Y. (2017). Effect of Collaborative Learning on Enhancement of Students' Self-Efficacy, Social Skills and Knowledge towards Mobile Apps Development. *American Journal of Educational Research*, 5(1), 25-29. <http://pubs.sciepub.com/education/5/1/4>
- Lee, S.C. & Yeong, F.M. (2018). Fostering student engagement using online, collaborative reading assignments mediated by Perusall. *The Asia-Pacific Scholar*, 3(3), 46-48. <https://doi.org/10.29060/TAPS.2018-3-3/PV2000>
- Lee, V. S., Greene, D. B., Odom, J., Schechter, E. & Slatta, R. W. (2004). What is Inquiry-Guided Learning? In V. S. Lee (ed.) *Teaching and Learning through Inquiry: A Guidebook for Institutions and Instructors* (pp. 3–16). Stylus.
- Luan, H., & Tsai, C.-C. (2021). A Review of Using Machine Learning Approaches for Precision Education. *Educational Technology & Society*, 24(1), 250–266.
- Maini, V., & Sabri, S. (2017). *Machine Learning for Humans*. Author edition. <https://everythingcomputerscience.com/books/Machine%20Learning%20for%20Humans.pdf>



- Mazur, E. (1997). *Peer instruction: A user's manual*. Prentice Hall.
- McFarlin, T. J. (2020). Using Open-Source, Collaborative Online Reading to Teach Property, *St. Louis University Law Journal*, 64(355).
- McGreal, R. & Elliott, M. (2004). Technologies of Online Learning (E-learning). In T. Anderson & F. Elloumi (Eds.), *Theory and Practice of Online Learning* (chapter 5). Athabasca University. In http://cde.athabascau.ca/online_book/ch1.html
- Mentis, M. (2008). Navigating the e-Learning Terrain: Aligning Technology, Pedagogy and Context. *The Electronic Journal of e-Learning*. 6(3), 217 – 226. <http://www.ejel.org/issue/download.html?idArticle=76>
- Miller, K., Lukoff, B., King, G., & Mazur, E. (2018). Use of a Social Annotation Platform for Pre-Class Reading Assignments in a Flipped Introductory Physics Class. *Frontiers in Education*, 2018(3).
- Mohr, K., & Mohr, E. (2017). Understanding generation Z students to promote a contemporary learning environment. *Journal on Empowering Teaching Excellence*, 1(1), 84–94. <https://doi.org/10.15142/T3M05T>
- OECD (2020). *Education responses to covid-19: Embracing digital learning and online collaboration*. OECD.
- Panadero E. (2017). A Review of Self-regulated Learning: Six Models and Four Directions for Research. *Frontiers in psychology*, 8(422). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00422>
- Panadero, E., & Järvelä, S. (2015). Socially Shared Regulation of Learning: A Review. *European Psychologist*, 20. 190-203. <https://doi.org/10.1027/1016-9040/a000226>
- Pedrosa, D., Cravino, J., Morgado, L., & Barreira, C. (2016). Self-Regulated Learning in Computer Programming: Strategies Students Adopted During. In C. Allison, L. Morgado, J. Pirker, D. Beck, J. Richter, C. Gütl (eds). *Immersive Learning Research Network. iLRN 2016. Communications in Computer and Information Science*, vol 621. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41769-1_7
- Seemiller, C. & Grace, M. (2017). Generation Z: Educating and Engaging the Next Generation of Students. *About Campus*, 22(3), 21-26. <http://dx.doi.org/10.1002/abc.21293>
- Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*. 2(1), 3-10.
- Smith, B.L. & MacGregor, J.T. (1992). What is collaborative learning? In A. Goodsell, M. Maher, V. Tinto, B. L. Smith, & J. T. MacGregor (eds.), *Collaborative Learning: A Sourcebook for Higher Education*. National center on postsecondary teaching, learning, and assessment publishing.
- Spronken-Smith, R., Angelo, T., Matthews, H., O'Steen, B., & Robertson, J. (2007). How Effective is Inquiry-Based Learning in Linking Teaching and Learning. *International Colloquium on International Policies and Practices for Academic Enquiry*. Marwell, Winchester, UK
- Suhre, C.J.M., Winnips, J.C., de Boer, V., Valdivia, P., & Beldhuis, H.J.A. (2019). Students' experiences with the use of a social annotation tool to improve learning in flipped classrooms. *5th International Conference on Higher Education Advances (HEAd'19)*.
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in Society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Walker, A. S. (2019). Perusall: Harnessing AI Robo-Tools and Writing Analytics to Improve Student Learning and Increase Instructor Efficiency, *The Journal of Writing Analytics*, 3. <https://doi.org/10.37514/JWA-J.2019.3.1.11>
- Winne, P., H. & Hadwin, A., F. (2010). Self-Regulated Learning and Socio-Cognitive Theory. In P. Peterson, E. Baker, B. McGaw (ed.), *International Encyclopedia of Education* (3rd ed, pp. 503-508), Elsevier





- Woodward, J. & Neunaber, E. (2020). Perusall: Digital Active Annotation Tool in ESL Reading Classes. *Instructional Forum*, 34(1).
- Yang, A. C. M., Chen, I. Y. L., Flanagan, B., & Ogata, H. (2021). From Human Grading to Machine Grading: Automatic Diagnosis of e-Book Text Marking Skills in Precision Education. *Educational Technology & Society*, 24(1), 164–175
- Yang, S. J. H. (2019). Precision education: New challenges for AI in education [conference keynote]. In *Proceedings of the 27th International Conference on Computers in Education (ICCE)* (pp. XXVII-XXVIII). Asia-Pacific Society for Computers in Education (APSCE).
- Zafra-Gómez, J., Román-Martínez, I. & Gómez-Miranda, M. (2015). Measuring the impact of inquiry-based learning on outcomes and student satisfaction. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 40(8), 1050-1069. <https://doi.org/10.1080/02602938.2014.963836>
- Zimmerman B. J. (2013). From cognitive modeling to self-regulation: a social cognitive career path. *Educational Psychologist*, 48(3), 135–147. <https://doi.org/10.1080/00461520.2013.794676>
- Zimmerman, B. J. (2015). Self-Regulated Learning: Theories, Measures, and Outcomes. In J. D. Wright (ed.), *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (pp. 541-546). Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.26060-1>

