

# O Museu Virtual das STEM

**Guia pedagógico sobre os museus  
virtuais e as suas vantagens para as  
STEM**

## Conteúdos

<b>Parte 1: Introdução aos museus virtuais e vantagens educativas teóricas</b> .....	4
Introdução ao projeto: os museus virtuais como uma ferramenta para a aprendizagem e vantagens para a educação.....	4
Como a tecnologia pode moldar a participação ativa e aprendizagem ao longo da vida na educação STEM.....	6
Criação de um museu online: como já foi utilizada e como se pode melhorá-la .....	8
<b>Parte 2: Experiências existentes e utilização de museus virtuais ou ambientes de aprendizagem na educação</b> .....	11
Museus virtuais como ferramenta para a aprendizagem: como os museus virtuais ajudam a melhorar o envolvimento e participação ativa dos alunos .....	11
Museus virtuais na Europa .....	15
Vantagens dos ambientes virtuais na educação num contexto de aprendizagem à distância.....	21
<b>Parte 3: Possíveis aplicações de museus virtuais para ensinar e aprender sobre as STEM</b> .....	24
Ambientes virtuais de aprendizagem para ajudar a melhorar o desempenho dos alunos na educação STEM.....	24
Ambientes virtuais de aprendizagem como um apoio às necessidades educativas e circunstâncias extraordinárias .....	28
Ambientes virtuais de aprendizagem como ferramenta de aprendizagem para todos os alunos.....	33
Abordagem inclusiva de museus virtuais para alunos com Dificuldades de Aprendizagem Específicas .....	37
<b>Parte 4: Possíveis aplicações de museus virtuais para ensinar e aprender sobre as STEM</b> .....	43
<b>Parte 5: Possíveis aplicações de museus virtuais para ensinar e aprender sobre as STEM</b> .....	48

**Referências** ..... 54

## **Parte 1: Introdução aos museus virtuais e vantagens educativas teóricas**

### **Introdução ao projeto: os museus virtuais como uma ferramenta para a aprendizagem e vantagens para a educação**

Os resultados mais recentes do teste do PISA (2018) mostram que os estudantes, na vasta maioria dos países europeus, têm dificuldades persistentes nas disciplinas STEM. O fraco desempenho dos estudantes na matemática tem sido constante durante anos e veio mesmo a aumentar nas ciências. Dada a persistência destes resultados indesejáveis, é imperativo que ocorra uma mudança de paradigma no ensino destas disciplinas. Temos de compreender os fatores que contribuem para a falta de motivação dos estudantes nestas áreas e desenvolver ferramentas para ajudar a combater a percepção negativa que têm delas. As disciplinas STEM são vistas pelos estudantes como difíceis e demasiado abstratas, o que faz que muitos as considerem como "casos perdidos". Isto acontece particularmente com estudantes que estão em risco de insucesso escolar. É essencial tornar as disciplinas STEM mais concretas e aproximá-las dos estudantes e a chave pode estar numa maior interatividade e em combinar o ensino com momentos lúdicos. O desenvolvimento de estratégias para envolver os alunos, adaptando-as aos seus ritmos de aprendizagem, tornou-se ainda mais urgente no contexto do confinamento imposto pela Covid-19. Os alunos que já tinham dificuldades de aprendizagem foram os mais afetados, tanto porque foi complicado para os professores ter o feedback necessário, e porque foi difícil adaptar o ensino ao ritmo específico e às necessidades de cada aluno. Houve um grande esforço, por parte dos professores, de tentar tornar as aulas mais participativas e interativas, dando ao mesmo tempo mais autonomia aos alunos, para minimizar o risco de estes abandonarem as aulas virtuais. O trabalho tornou-se complexo, tendo em conta a falta de ferramentas à sua disposição. Neste contexto, surgiu a necessidade de criar uma ferramenta que permitisse maior autonomia e interação na aprendizagem. Para atingir este objetivo, este projeto visa criar o primeiro museu virtual para as STEM, na área da educação

ao nível da escola secundária e indicado para a educação inclusiva, acessível através de qualquer navegador (e não limitado à realidade virtual), para garantir que todos podem aceder.

Como afirmam Ribeiro e Silva (2009), o avanço da tecnologia e concretamente o avanço e democratização do acesso à Internet definiu, no final do século XX, novas formas de comunicação e interação entre pessoas, e entre pessoas e instituições.

Um museu virtual é um conceito emergente que pode estruturar projetos educativos ambiciosos. Um museu virtual é uma entidade digital que aproveita as características de um museu, de forma a complementar, melhorar, ou aumentar a experiência de visitar um museu através da personalização, interatividade e riqueza de conteúdos (VIMM, 2018). Bernard Deloche (2001) explora o conceito de museu como o local privilegiado para desenvolver experiências sensoriais. Este conceito pode ser explorado com vantagens significativas no contexto da educação. A utilização de elementos interativos, que envolvem o visitante, é a grande potencialidade dos museus virtuais. Para Pallokas e Kekkeris (2008), a vantagem do suporte digital é a capacidade de agregar vários tipos de linguagem (textos, sons, imagens estáticas e dinâmicas). Esta metodologia é bastante adequada para o campo da educação, especialmente quando são procurados novos métodos de aprendizagem, substituindo os tradicionais, são exploradas novas estratégias de aprendizagem e são valorizadas abordagens de aprendizagem integradas. A motivação dos alunos é um fator essencial para o sucesso na escola, por isso a utilização de tecnologias, que são atualmente a sua maior referência cultural, podem contribuir significativamente para despertar entusiasmo pela aprendizagem. Um museu pode ser considerado como um centro de educação e formação, devido aos seus materiais ao vivo, naturais e digitais. Usar museus para fins educativos inclui a sinergia entre processo educativo, pedagogia, arte de museu e psicologia. Os museus virtuais são conhecidos pelas suas características comunicativas, educativas, estéticas e motivacionais. De acordo com Pallokas e Kekkeris (2008), um museu virtual é um tipo de website, onde os objetos de arte, exposições, coleções ou exibições históricas podem ser observados, dando a oportunidade de criar um processo educativo sobre uma plataforma especialmente concebida para esse fim. Um museu baseado nas tecnologias web ultrapassa os museus

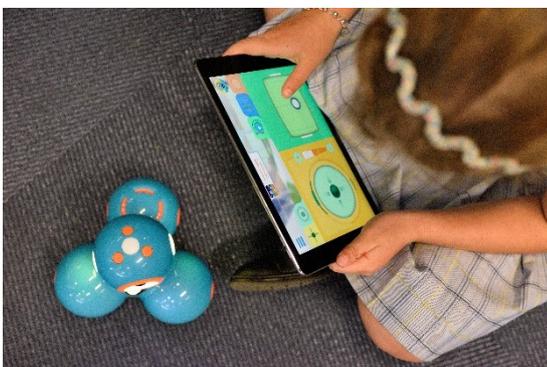
tradicionais no que toca aos níveis mais elevados de segurança física, manutenção e procedimentos de resolução de problemas.

A utilização de um museu virtual pode ter lugar numa sala de aula, com o professor a orientar os alunos para os pontos mais relevantes, mas é também importante que os alunos façam a visita virtual eles próprios, para explorarem e analisarem aquilo que lhes interessa. O professor pode preparar um guia para ajudar os alunos a navegar, para que possam ver os pontos aos quais devem prestar mais atenção, mas é importante compreender o que chamou a sua atenção em primeiro lugar. Os alunos têm a oportunidade de visitar coleções e conhecer mais sobre elas, trocar ideias e partilhar experiências em comum num ambiente de jogo, divertido.

Torna-se óbvio que os museus virtuais são um centro de comunicação funcional. Isto é, proporcionam a oportunidade de ganhar novos conhecimentos e competências.

## Como a tecnologia pode moldar a participação ativa e aprendizagem ao longo da vida na educação STEM

A tecnologia pode ser considerada como um elemento fundamental da ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM). Contribui para a implementação e design da pedagogia das STEM de várias formas, e de seguida são apresentadas duas linhas gerais de quando a utilização de tecnologia é considerada para a educação STEM: 1. Uma incorporação e integração direta da tecnologia na



Fonte: <https://unsplash.com/>

pedagogia STEM e 2. Utilização de tecnologia como uma ferramenta ou implementador para enriquecer a pedagogia STEM. Quando a tecnologia é integrada nas ciências, engenharia, e matemática, os alunos usam a tecnologia para encontrar soluções para problemas num método desafiante e criativo. Portanto, a utilização de tecnologia capacita os alunos para desenvolverem competências

de pensamento criativo, de resolução de problemas e se tornarem inovadores enquanto moldam a participação ativa e aprendizagem ao longo da vida na educação na área das STEM. Os alunos contactar com mundos virtuais ou simulações através da utilização de várias aplicações tecnológicas. Além disso, uma educação com base na tecnologia ajuda os alunos a progredir em formas específicas de literacia e competências como espírito crítico, competências sociais e de resolução de problemas, assim como literacia tecnológica (Dogan & Robin, 2015).

A medida em que as diferentes tecnologias levam os alunos a pensar através de conceitos compostos ajuda-os a desenvolver um conhecimento profundo das STEM. Além disso, é importante notar que a utilização eficaz e incorporação da tecnologia é essencial para melhorar a aprendizagem das STEM, e isto é fundamental para continuar a melhorar o currículo e os resultados dos alunos. A tecnologia permite o pensamento criativo, objetivo e flexível e o desenvolvimento de conhecimento na sala de aula, e também aumenta o "alcance" das oportunidades educativas para os alunos. O rápido desenvolvimento da tecnologia e evolução da sua implementação aumenta o potencial de utilizar tecnologia educativa para a melhoria dos resultados de aprendizagem das STEM. De facto, os alunos do século XXI devem definir objetivos de aprendizagem que os ajudem a tornar-se mais conscientes da aprendizagem que se espera que realizem. Esta consciencialização contribui para um maior envolvimento dos alunos, especialmente quando são incluídos diferentes métodos e abordagens de ensino modernizados, tais como a aprendizagem interativa online, ferramentas de simulação, ferramentas de Realidade Aumentada e Realidade Virtual, e videojogos (Vahidy, 2019).

### **Moldar a participação ativa e aprendizagem ao longo da vida nas STEM**

A alta percentagem de alunos com baixo desempenho em disciplinas como matemática e ciências (PISA, 2018) recomenda a criação de espaços modernizados onde os alunos podem aprender e desfrutar de disciplinas STEM. Este estabelecimento introduz gradualmente abordagens STEM relevantes que expõem os alunos à terminologia, noções e experiências ao preparar os educadores para apoiarem este objetivo. Quando a tecnologia é desenvolvida, tenho em conta tanto os alunos como os professores, com especial atenção à aprendizagem e ao

conteúdo didático, então tanto os alunos como os professores beneficiam. Em particular, envolver os alunos em abordagens STEM estabelece uma base para uma aprendizagem futura das STEM com sucesso. A utilização de tecnologia na educação STEM apoia o objetivo acima (Vahidy, 2019).

Consequentemente, o aumento da educação STEM oferece uma oportunidade para a comunidade académica definir melhor o papel da tecnologia no âmbito da educação STEM. Encorajar o envolvimento fiável dos alunos com as STEM é importante não apenas para preparar os alunos para futuras carreiras nas STEM, mas também para capacitar os alunos com competências gerais do século XXI. Para apoiar o envolvimento em práticas confiáveis de STEM, as tarefas de aprendizagem devem consistir na utilização de ferramentas e tecnologias precisas de STEM.

Com uma grande variedade de tecnologias disponíveis para a aprendizagem ao longo da vida nas STEM, é significativo encorajar os educadores a serem consumidores críticos de tecnologia, em vez de se focarem nas tecnologias a selecionar, os educadores devem concentrar-se em como é que estas estão a ser utilizadas na sala de aula com base no seu alinhamento com os resultados de aprendizagem esperados (Ellis et al., 2020).

## **Criação de um museu online: como já foi utilizada e como se pode melhorá-la**

As primeiras páginas web de museus foram criadas em 1991, o que proporcionou uma base para o início dos museus virtuais. À medida que houve uma aceleração da troca de informações com a Internet, foram desenvolvidos museus privados para satisfazerem as novas necessidades. O Museu do Louvre é um exemplo, lançando o seu museu virtual em 1994. Os museus online muito rapidamente fizeram furor devido à sua novidade: "Era divertido experimentar com um novo meio. Ainda me lembro da sensação que tive quando percebi que o nosso público excedia o nosso público físico" (Semper (2020) em mensagens pessoais com os autores de "Museum Websites of the First Wave: The rise of the virtual museum" (Websites

de Museus na Primeira Vaga: A ascensão do museu virtual) sobre os primeiros anos do website do Exploratorium).

Houve inicialmente alguns desafios com os museus virtuais devido às limitações tecnológicas da altura, eles muitas vezes eram muito simples, como afirma Rob Semper: "Quando lançámos o nosso website a 15 de dezembro de 1993, conseguíamos ver cerca de 600 websites (em geral, na web). Um era o Museu de Paleontologia da UC Berkeley, que tinha um site com algum texto e algumas fotos. Outro era o da Biblioteca do Congresso em Washington DC, que era o palco de uma exposição chamada ROME REBORN: THE VATICAN LIBRARY & RENAISSANCE CULTURE (ROMA RENASCIDA: A BIBLIOTECA DO VATICANO & CULTURA DA RENASCENÇA), que teve uma versão online. Não vimos mais nenhuma" (Semper (2020), em mensagens pessoais com os autores de "Museum Websites of the First Wave: The rise of the virtual museum").

Os museus virtuais hoje em dia não são um fenómeno novo, mas está a aumentar em importância nos últimos anos devido à sua conveniência, natureza prática, e aspeto inovador. A forma como os museus interagem com os públicos está a mudar, por isso é crucial adotar estratégias. A pandemia de Covid-19 também teve impacto no desenvolvimento de museus virtuais. Impulsionou a utilização de ambientes virtuais para a educação e lazer.



Os processos de aprendizagem e ensino começaram por ser realizados online, a transformação digital foi acelerada, e criou novas exigências. Agora o ensino e a aprendizagem são quase impensáveis sem as tecnologias.

Mas os desafios desta alteração rápida prevalecem, existe uma diferença entre ensino à distância regular e de emergência. Enquanto que o ensino à distância regular requer planeamento e design cuidadoso, o ensino à distância de emergência é um processo alternativo que pode muitas vezes ser apressado devido à crise sanitária (Torres Martín, Acal, el Homrani & Mingorance Estrada, 2021).

Apesar de terem surgido novas tecnologias e com elas a necessidade de adaptação, esta alteração aconteceu muito rapidamente, deixando para trás avanços realizados previamente na inclusão. A transformação digital permite o aumento de metodologias pedagógicas inovadoras que podem chegar a um público mais vasto e ajudar a melhorar a qualidade da educação.

Os museus virtuais muitas vezes têm um museu físico com objetos e artefactos, mas a ideia está progressivamente a mudar. Carly Straughan, no artigo “Is the future of museums online and what might a virtual museum look like?” (Será futuro dos museus online e que espeto poderá ter um museu online?) afirma: "Poderá surpreendê-lo saber que existe um número de recursos online que se consideram museus e têm missões semelhantes àquilo que a maioria das pessoas iriam considerar como um museu. E mais importante, eles definitivamente correspondem à nossa definição, avançada pela Associação de Museus."

Os museus virtuais são uma forma de motivação para incentivar os alunos a interagir com objetos e artefactos, em contraste com um museu físico, onde muitas vezes não se pode tocar em nada. Outra vantagem importante dos museus virtuais é que os alunos podem ficar tanto tempo quanto quiserem. Além disso, os museus virtuais permitem que as pessoas que não podem visitar museus físicos por alguma razão tenham a experiência de visitar um museu. Com o tempo, os computadores tornaram-se mais flexíveis e generalizados, permitindo aos utilizadores moverem-nos e adaptarem mais facilmente a sua utilização às suas necessidades. Com esta maior flexibilidade, os museus virtuais permitem uma adaptabilidade mais importante a vários tipos de utilizadores, para que possam ter acesso ao seu conteúdo.

Os ambientes virtuais, especialmente museus, garantem aprendizagem ativa com o aluno sendo autónomo e independente no seu processo de aprendizagem.

Os museus virtuais promovem auto-aprendizagem ao respeitar diferentes estilos e ritmos de aprendizagem, ao motivarem o utilizador a aprender devido ao aspeto divertido desta ferramenta.

## Parte 2: Experiências existentes e utilização de museus virtuais ou ambientes de aprendizagem na educação

### Museus virtuais como ferramenta para a aprendizagem: como os museus virtuais ajudam a melhorar o envolvimento e participação ativa dos alunos

O ambiente de sala de aula tradicional tende a colocar os alunos num papel mais passivo, com os adultos a conduzir a aprendizagem. Dalgarno e Lee (2010) observaram que diferentes plataformas de ambientes virtuais podem ser usadas para vários fins educativos. A educação tem a oportunidade de ir além da aprendizagem com base na sala de aula, ao adotar tecnologias novas e modernas. Por outras palavras, um ambiente 3D oferece um conjunto único de características de um ponto de vista pedagógico e didático.

Os ambientes de aprendizagem virtuais são principalmente feitos para a aprendizagem online, para jogos e para mostrar algo que não é possível ver na vida real (simulações). Como afirmam Dalgarno e Lee (2010) "Um ambiente virtual 3-D (3-D VE) pode ser definido como um ambiente que capitaliza sobre os aspetos naturais da perceção humana ao alargar a informação visual em três dimensões espaciais". Quando a nova tecnologia é integrada nas atividades educativas, é importante que os instrutores conheçam todas as possibilidades de ação que a tecnologia pode oferecer e como os alunos podem utilizá-la (Qian, 2018).

As instituições de educação e educadores têm consciência das vantagens de usar um ambiente virtual 3D no ensino e na aprendizagem. Um ambiente virtual 3D permite explorar, aprender, construir e manipular objetos virtuais (Dalgarno e Lee, 2010). De acordo com isto, a utilização de um ambiente 3D nas escolas oferece uma série de desafios e potencialidades. Os ambientes virtuais podem proporcionar mais oportunidades para a aprendizagem focada no aluno, uma vez que motivam os alunos, ajudando a melhorar o seu envolvimento e participação ativa. Os alunos podem interagir com o seu ambiente virtual para descobrir e experienciar locais e

situações, resolver problemas e aprender a pensar de forma crítica. "As simulações também podem permitir que os alunos pratiquem competências ou resolvam tarefas problemáticas. Isto é particularmente apropriado quando as tarefas envolvidas são caras e perigosas de realizar no mundo real" (Dalgarno e Lee, 2010). Utilizar simulações 3D para treinar astronautas para repararem um telescópio espacial é um exemplo deste tipo de tarefa (Psozka, 1995; Moore, 1995, em Dalgarno e Lee, 2010).

Os ambientes virtuais podem ser usados para simplificar tarefas de aprendizagem. Podem ser usados para facilitar tarefas de aprendizagem experiencial que seriam impossíveis de realizar no mundo real, para facilitar tarefas de aprendizagem que levam a uma maior motivação intrínseca e participação, mas também para facilitar tarefas de aprendizagem que levam a uma transferência melhorada de conhecimentos e competências para situações reais (Dalgarno e Lee, 2010). Mais importante, os ambientes virtuais 3D podem permitir que os alunos comuniquem e realizem tarefas juntos. Sabe-se que as estratégias de aprendizagem cooperativa e colaborativa devem envolver atividades e tarefas que implicam interdependência positiva entre participantes. Além disso, cada membro faz uma contribuição única e valiosa através das tarefas da sua responsabilidade.

Vários estudos mostraram que a aprendizagem virtual é mais conveniente, encoraja a autonomia e aumenta o elemento de diversão da educação (Bakshio, 2021). Através do envolvimento direto com mundos virtuais, os educadores têm a oportunidade de apresentar aos alunos ambientes que quebram barreiras como timidez, vergonha, falta de competências sociais e deficiências. Os alunos podem também simular cenários da vida real, de alguns eventos históricos significativos, e experiências científicas - tudo isto utilizando ambientes virtuais. Por outras palavras, têm a oportunidade de aprender mais ao usar algo novo e moderno que não livros e palestras. Assim, Carter (em Franks, 2016) fala sobre o Virtual Harlem, um ambiente de aprendizagem que permite que os alunos experienciem o Renascimento do Harlem do início do século XX. O Virtual Harlem permite que os alunos e outras pessoas interessadas viajem no tempo para ver figuras históricas desse período e oçam música e entrevistas dessa época (Franks, 2016).

Com base em investigação (Nunes et al., 2019), podemos ver que os ambientes virtuais têm um papel essencial em tipos de variantes de aprendizagem. O professor é quem cria materiais de aprendizagem e situações durante atividades pedagógicas e didáticas diferentes no mundo virtual - por causa disso, o papel do professor é um dos mais importantes em todo o processo de aprendizagem.

Os ambientes virtuais também dão a oportunidade e apoio a alunos com deficiências de participarem na aprendizagem diária. Na educação, as simulações virtuais podem ser usadas para proporcionar autênticas plataformas de aprendizagem personalizadas que vão de encontro às necessidades únicas de cada utilizador. Ajudam os alunos com as suas competências sociais, permitindo que se mantenham organizados e criam oportunidades de sucesso.

Com base num estudo de caso (Qian, 2018), para que os alunos do ensino básico aprendam sobre causalidade complexa no ecossistema, as simulações virtuais podem ajudá-los a compreender que os organismos demasiado pequenos para serem vistos podem ter um papel fundamental no ecossistema. Os alunos podem também explorar uma área extensa – uma característica significativa para a aprendizagem sobre o ecossistema – para compreender os efeitos sobre a distância (Qian, 2018).

Outro exemplo de tecnologia do mundo virtual, a realidade virtual Google dá às salas de aulas a capacidade de realizar visitas de estudo virtuais. As possibilidades para a utilização de tecnologia do mundo virtual são infinitas. Por exemplo, ao utilizar o Google Class, os alunos podem visitar virtualmente algum museu ou outro espaço cultural digital. "O Museu" é um local onde contactamos com o tema que apresenta, e encoraja-nos a aprender mais sobre ele. Uma boa exposição de museu pode motivá-los a comprar um livro sobre o tema, a falar com pessoas com conhecimento, pensar mais além e a serem alunos autónomos.

Ao utilizar também a realidade virtual Google e o Google Glass (dispositivo 3D), os alunos podem ter experiências únicas que é difícil ter na vida real. Por exemplo, eles podem interagir com as estrelas, ir a um sítio específico, e assim por diante. A utilização do Google Glass e da realidade virtual Google enriquece a aprendizagem dos alunos e dá aos professores outra ferramenta pedagógica e didática para

ensinar (Franks, 2016). Por exemplo, a National Gallery em Londres oferece muitos links para recursos que podem ser utilizados em casa: vídeos, apresentações de histórias, visitas virtuais, entre outros, para que os alunos possam ver e aprender sobre arte e história a partir de casa ou da escola.

Outro exemplo de tecnologia do mundo virtual é o laboratório de realidade virtual da Universidade de Syracuse, conhecido como MarkerSpace. Este laboratório é um espaço colaborativo para imaginar, projetar, construir, ensinar e aprender. Os alunos aprendem e interagem com os objetos que criam. É a realidade virtual que traz elementos de objeto social para os ambientes de aprendizagem do mundo real. Ao usarem impressoras 3D, os alunos podem ter a oportunidade de imprimir os seus objetos para os analisarem mais tarde. Por exemplo, ver uma cópia exata da escola de Atenas num museu digital, depois imprimir uma cópia de qualquer parte da exposição para a estudar mais tarde. Estas experiências táteis permitem uma interação social revolucionária entre os recursos culturais e aqueles que os criaram (Franks, 2016).

De acordo com Matsui (em Qian, 2018), uma vantagem adicional dos ambientes virtuais de aprendizagem pode ser vista no início da troca virtual ao fortalecer ligações emocionais interpessoais entre os utilizadores e os seus parceiros. Por exemplo, dois alunos japoneses e dois americanos participaram em vários ambientes virtuais projetados, mas usaram a mesma aplicação virtual 3D (Matsui, em Qian, 2018). Os resultados mostram que os utilizadores têm tendência para a ansiedade e tentar encontrar avatares que ajudam a evitar silêncios longos. Os resultados finais mostram que o efeito foi mais substancial no início das sessões, e à medida que as sessões continuaram, o efeito foi gradualmente reduzido (Matsui, em Qian, 2018).

Existem muitas opções em ambientes de aprendizagem digital que podem ser usados para fins pedagógicos. Para além de planearem trabalho em equipa e partilharem recursos de dados, exemplos dos fins mencionados também podem ser usar um chat e outras ferramentas de comunicação para discussão e brainstorming. Os futuros sistemas digitais podem não só ter de encaixar nesses fins e ideias, mas também oferecer soluções modernas e inovadoras para ajudar em novas aprendizagens, partilhas e comunicações.

Quando se aprender mais sobre o ambiente virtual em geral, tal ambiente pode ser apropriado para o ensino e aprendizagem de forma pedagógica (Dalgarno and Lee, 2010). Os mundos virtuais na educação podem melhorar a motivação, participação e também chegar a mais alunos com estilos de aprendizagem diversos do que os métodos tradicionais.

Um estudo da motivação e perspectivas dos alunos revelou que os alunos tinham muito interesse na aprendizagem virtual (Qian, 2018). Além disso, a oportunidade de os alunos assumirem papéis científicos na aprendizagem virtual apoiou a exploração da identidade, particularmente a autoeficácia - acreditarem na sua capacidade de ter sucesso na investigação de problemas científicos (Qian, 2018). Adicionalmente, a satisfação pessoal, as competências de comunicação e a participação foram examinadas como conquistas emocionais e mentais e como resultado de utilizar um ambiente virtual.

O ambiente virtual e a aprendizagem são fundamentais como educação alternativa durante epidemias. A utilização de tecnologia domina as salas de aula hoje em dia, e as gerações futuras serão ainda mais confortáveis ao utilizar tecnologia em todos os níveis de educação.

## **Museus virtuais na Europa**

O conceito de museu já não é o que o era no passado, apesar de os principais tipos de museus, de acordo com Pescarin (2014), citando a Definição e Explicação do EGMUS, serem basicamente os mesmos e poderem ser resumidos em três categorias principais: museus de Arte, arqueologia, e história; museus de ciências e tecnologias; e outros museus. Hoje em dia, existe o reconhecimento de que os museus não são apenas um local para mostrar objetos ou obras de arte, para estudar ou conservá-los. A ideia de um museu, cujo objetivo é apenas a apresentação ou estudo da sua coleção já não é viável, se alguma vez o foi. Para capturar a atenção do público, os museus do século XXI têm de se focar na comunicação e na atração, enriquecendo a experiência do visitante. Para tornar a

experiência de visitar um museu agradável, os museus têm de dividir informação complexa em partes mais pequenas e sintetizadas. Tendo em conta o ritmo de hoje em dia, o público não pode perder tempo ao permanecer à frente de um objeto por um longo período. Ou têm uma resposta imediata às suas perguntas, ou serão distraídos por outra informação qualquer e prosseguir. Para serem mais atrativos e capturarem a atenção do público, os museus estão a recorrer cada vez mais às novas tecnologias.



Ao contrário da perceção geral, os museus são uma "instituição relativamente recente e apenas na segunda metade do século XX os princípios básicos dos museus contemporâneos foram estabelecidos: os museus devem ser capazes de "dobrar" de forma elástica e tornarem-se uma ferramenta privilegiada para a comunicação <sup>1</sup>, ajudar a experiência cultural e, quando oportuno, utilizar tecnologias e sistemas de largo espectro" (Carrozzino e Bergamasco, 2010). Hoje em dia, mais do que nunca, elas fazem perfeito sentido na dinâmica que os museus têm de criar com o público, estabelecendo uma comunicação que deve

ser rica e cativante. A tecnologia principal e mais importante utilizada pelos museus, especialmente no que toca à sua relação com o público, é a internet. A internet revolucionou a forma como as pessoas comunicam, e não é diferente na sua relação com a museologia. Os museus, como qualquer outra instituição, estão agora presentes na World Wide Web. "A criação de websites de museus proliferou-se deste os anos 90, com o avanço da internet, mas alguns museus ainda nem sequer têm websites institucionais. E muitos deles têm sites cujo único objetivo é prestar informações de contacto da instituição" <sup>2</sup> (Henriques, 2004). Em 2020, contudo, houve um aumento no número de museus que partilharam o seu conteúdo online, uma vez que tiveram de fechar as suas portas devido à pandemia de COVID-19.

A Internet permite visitas virtuais, o que pode atrair um maior público do que as visitas "reais". Por outras palavras, mais do que servir como um expositor do cartão de visita do museu, a internet permite o acesso às suas exposições de forma mais

ampla. Portanto, os museus podem trazer ao público geral informações sobre o conteúdo da sua coleção e as atividades culturais desenvolvidas nas suas premissas. Assim, a utilização da Internet como forma de disseminação e comunicação permitiu aos museus terem uma maior interação com os utilizadores. Podemos caracterizar os diferentes tipos de museu de acordo com a sua relação com a internet e as novas tecnologias? Piacente (1996), na sua tese “Masters of Arts in the United States”, citada por Henriques (2004), lista três categorias de sites de museus: brochura eletrónica, museu no mundo virtual e museus realmente interativos.

A primeira categoria de sites de museus é uma brochura eletrónica, cujo único objetivo é a auto-apresentação. Este tipo de website funciona como ferramenta de comunicação e marketing. O utilizador tem acesso à história do museu, horário de abertura e, por vezes, ao pessoal técnico do museu. É o tipo mais comum em quase todos os museus. Alguns são mais elaborados, dependendo dos recursos disponíveis, mas todos têm o objetivo principal de ser uma apresentação visual, como uma brochura. Neste caso, a Internet funciona como forma de tornar o museu mais conhecido e também de permitir um acesso mais fácil aos utilizadores da World Wide Web. A escolha de sites mais elaborados, tanto em termos de design como de navegação, depende dos recursos humanos e financeiros da instituição. Os custos de manutenção de um site simples, que não precisa de uma base de dados, podem ser suportados por qualquer instituição, porque existem servidores que oferecem hospedagem gratuita a este tipo de sites. É possível que a escolha deste tipo de site mais simples dependa mais do tipo de recursos do que de uma decisão da instituição.

A segunda categoria de site seria o museu no mundo virtual, isto é, neste tipo de site a instituição apresenta informação mais detalhada sobre a sua coleção, muitas vezes através de visitas virtuais. O site projeta o museu físico virtualmente e apresenta frequentemente exposições temporárias que já não estão disponíveis para visitas no espaço físico, tornando a internet num tipo de repositório técnico de exposições. Muitos deles podem também proporcionar bases de dados das suas coleções, mostrando objetos que não estão expostos naquele momento, ou dando informações sobre um assunto em particular. Pode ser possível ver objetos em 3D e

comprar produtos online da loja do museu, isto é, o site também fornece um serviço de e-commerce ao museu.

A terceira categoria são os museus realmente interativos. Neste tipo de site, pode mesmo existir uma relação entre o museu virtual e o museu físico, mas com elementos de interação, que envolvem o visitante. Por vezes o museu reproduz os conteúdos da exposição de um museu físico, e, noutros casos, o museu virtual é bastante diferente do museu físico. O que torna estes museus interativos é a forma como trabalham com o público. A interatividade é a alma deste tipo de site porque permite ao público interagir com o museu. É importante salientar que o museu na internet não perde as suas características essenciais, que podem adquirir novas facetas. Por outras palavras, os objetivos do site não são necessariamente diferentes dos do museu físico, mas um complemento aos mesmos. Esta categoria de website é na realidade um museu virtual e não apenas um site.

Os museus que sabem como aproveitar todas as possibilidades que a internet oferece, criando os seus próprios museus virtuais, conseguem ir além das suas fronteiras. A possibilidade de maior interação com o público é a principal vantagem de criar museus virtuais, quer sejam representações virtuais de museus existentes ou criados especialmente para a World Wide Web. Nesta fase, é importante mencionar as diferentes dimensões dos museus virtuais. Nas palavras de Henriques (2018): "Em relação ao conceito de museu virtual, devemos clarificar que o museu virtual pode ter duas configurações: aspetos virtuais de um certo museu físico ou museus essencialmente virtuais. Neste caso, a existência de um museu virtual não implica a existência de um museu físico"<sup>3</sup>. Em museus essencialmente virtuais, as suas atividades (ações museológicas) são na sua maioria realizadas nos seus espaços virtuais, i.e., não é um museu a ser visitado pelo público no seu espaço físico. Isto não invalida que algumas ações museológicas ocorram fora do espaço virtual, mas a essência destas ações está concentrada no espaço virtual. No caso dos museus virtuais, como complemento ou réplica do museu físico, as ações museológicas são trabalhadas das duas formas, tornando o processo museológico bastante enriquecedor, porque o público irá ter duas abordagens diferentes à mesma coleção: uma abordagem presencial e uma abordagem remota.

Considerando o que foi exposto, irmos analisar, agora, cinco dos principais museus virtuais na Europa e as suas opções tecnológicas, isto é, iremos ver se é um museu virtual que replica o museu físico, um museu essencialmente virtual (não é frequentado pelo público num espaço físico) ou um museu virtual interativo:

### **MUSEU BRITÂNICO - THE BRITISH MUSEUM (Londres, Inglaterra)**

[www.britishmuseum.org](http://www.britishmuseum.org)

O Museu Britânico, fundado em 1753, foi o primeiro museu nacional público. Possui uma das maiores e mais famosas coleções de antiguidades em existência. Aqui pode descobrir dois milhões de anos de história e cultura humana. A sua coleção consiste em cerca de oito milhões de objetos e inclui objetos mundialmente famosos como a Pedra de Roseta, as esculturas do Pártenon e as múmias egípcias.

As visitas virtuais podem ser marcadas e os visitantes serão ensinados remotamente por um especialista do Museu Britânico. Através de atividades ao vivo, quizzes interativos e questões desafiantes, os visitantes irão aumentar o seu conhecimento e compreensão do passado. Este é um museu verdadeiramente interativo, que ajuda os visitantes a desenvolver as suas competências de análise histórica e especialmente desafia-os a pensar de forma crítica.

### **MUSEI VATICANI - Museus do Vaticano (Cidade do Vaticano, Itália)**

[www.museivaticani.va/content/museivaticani/en/collezioni/musei/tour-virtuali-elenco.html](http://www.museivaticani.va/content/museivaticani/en/collezioni/musei/tour-virtuali-elenco.html)

Os Museus do Vaticano estão entre os museus mais importantes do mundo. Vários edifícios diferentes, que estão interconectados, juntam uma das coleções mais fantásticas e extensas pertencentes à Igreja Católica. Eles são testemunha das aspirações artísticas e espirituais da humanidade e da procura pela beleza suprema, que encontra a sua realização em Deus. A Capela Sistina é um dos locais que mais interessam os visitantes.

Podemos visitar o espaço remotamente como se estivéssemos no local. A qualidade de imagem do museu virtual é excelente. O visitante pode interagir com as exposições ao ver vídeos e ler informações adicionais.

### **LOUVRE (Paris, França)**

[www.louvre.fr/en/visites-en-ligne](http://www.louvre.fr/en/visites-en-ligne)

O Louvre é um museu universal, criado em 1793. É o maior museu de arte do mundo e localiza-se no Palácio do Louvre em Paris. As suas coleções, entre as melhores do mundo, abrangem vários milhares de anos e um território que se estende da América à Ásia. As coleções estão divididas em 8 departamentos e contêm trabalhos admirados por todo o mundo, incluindo a Mona Lisa e a Vénus de Milo.

A visita virtual é muito intuitiva e podemos percorrer as galerias do museu como se estivéssemos lá. A fluidez da transição no espaço é notável. Podemos interagir com cada peça, ampliando a imagem e lendo mais informações sobre ela. Também é possível ouvir uma descrição por um guia especialista e obter ajuda com a navegação quando necessário.

### **TEATRO-MUSEO DALÍ - Dalí Teatro-Museu (Figueres, Spain)**

[www.salvador-dali.org/en/museums/dali-theatre-museum-in-figueres/visita-virtual/](http://www.salvador-dali.org/en/museums/dali-theatre-museum-in-figueres/visita-virtual/)

O Dalí Teatro-Museu é um museu dedicado a Salvador Dalí e está localizado na sua terra natal, Figueres, em Espanha. Abriu em 1974, foi concebido e projetado pelo próprio artista para oferecer aos visitantes uma experiência real e atraí-los para o seu mundo único e cativante.

A visita virtual a este museu é baseada num modelo 3D do seu interior. Desta forma, temos uma perspetiva global do espaço, que faz com que a navegação através dele seja muito simples e também muito fluída. Podemos interagir com cada peça ao clicar num botão, que nos dá mais informações sobre ela. Com a tecnologia apropriada, podemos tornar esta visita em realidade virtual (3D).

## **MUSEU CALOUSTE GULBENKIAN (Lisboa, Portugal)**

[www.gulbenkian.pt/museu/colecoes/visita-virtual/](http://www.gulbenkian.pt/museu/colecoes/visita-virtual/)

Neste museu, localizado em Lisboa, pode ficar a conhecer a coleção do filantropo e colecionador de arte Calouste Sarkis Gulbenkian (1869-1955). O afeto que ele tinha por objetos e os critérios de qualidade que ele costumava seguir podem ser comprovados na frase "apenas o melhor é bom o suficiente para mim". Esta coleção inclui objetos de vários períodos e áreas. Existem peças de arte egípcia, greco-romana, islâmica e do extremo oriente, de várias áreas, tais como numismática, pintura e artes decorativas europeias. Neste museu, a visita virtual é feita usando uma imagem de 360°. O visitante tem poucas oportunidades de interagir com o espaço que o rodeia, sendo condicionado ao papel de espectador passivo, ainda que impressionado. Este é o museu virtual típico, que replica o museu real.

Alguns dos museus mencionados são mais interativos do que outros, contudo, todos proporcionam uma experiência fabulosa aos visitantes, principalmente devido à riqueza e espetacularidade das suas exposições e coleções.

## **Vantagens dos ambientes virtuais na educação num contexto de aprendizagem à distância**

De acordo com Hawkey (2004), o rápido desenvolvimento e impacto das TIC criou três perspetivas diferentes sobre a aprendizagem online no sistema educativo. A primeira preocupa-se quase exclusivamente com questões técnicas. A segunda vê as TIC principalmente como forma de apresentar conteúdo comum a um público muito mais vasto. A terceira pode ser um catalisador para uma reapreciação fundamental de toda a realidade educativa. Os museus têm um papel fundamental em viabilizar a aprendizagem à distância. Como os museus na educação proporcionam um contexto de aprendizagem à distância, em que é possível aprender a partir de objetos, não sobre coisas, assim como desenvolver estratégias para descobrir informação, em vez de se focarem na informação apresentada em si própria. Hoje em dia, os museus chegaram a diferentes níveis no desenvolvimento

de exposições digitais e recursos de aprendizagem. Isto permite que a aprendizagem seja um processo de envolvimento ativo com experiência, no qual os alunos podem escolher onde e quando querem aprender. Uma nova forma de aprendizagem está a emergir, não necessariamente melhor ou pior, mas certamente diferente. Neste tipo de aprendizagem, os alunos podem ser encorajados a melhorar as suas experiências virtuais e a lidar diretamente com temas autênticos. Desta forma, os museus online oferecem uma oportunidade de aprendizagem diferente e mais excitante. Um visitante virtual pode compreender melhor a situação e interpretá-la melhor quando a virem. A aplicação de tecnologias digitais simultaneamente permite uma experiência individualizada e oferece opções para interação social que enriquece a aprendizagem.

De acordo com Mamur et al. (2020), o método de digitalização dos museus evoluiu para aplicações de videojogos e realidade aumentada, que se refletem nos numerosos campos educativos. Por exemplo, os historiadores, curadores e arqueólogos começaram a usar tecnologias de videojogos para promover uma perceção mais profunda de reconstruções históricas. A digitalização em contextos educativos proporcionou a hipótese de interação em tempo real. Os visitantes de museus virtuais trocam assim ideias e experiências num ambiente extremamente virtual. O acesso digital ao conteúdo educativo a qualquer altura desde qualquer lugar proporciona uma difusão de experiências educativas, e isto é muitas vezes precisamente o melhor impacto dos meios de comunicação digitais durante a aprendizagem à distância. Estudos recentes sobre este assunto também mostram que a utilização de tecnologias digitais para o ensino à distância encoraja diferentes grupos etários a visitarem museus virtuais para facilitar a sua aprendizagem. Através de um museu virtual, o ambiente virtual na educação proporciona uma abordagem diferente à aprendizagem e uma direção diferente ao conteúdo digital que contém vários dados complexos. Da perspetiva da educação através do museu virtual a internet proporciona múltiplas oportunidades para aceitar, reconhecer e compreender a interculturalidade e explorar dados que já não são tão acessíveis hoje em dia porque estão danificados, precisam de reconstrução, ou não podem ser facilmente experienciados. É por isso que o museu virtual oferece uma nova e diferente forma de apresentação e adoção de conteúdo. A forma como o conteúdo é apresentado através da tecnologia permite aos visitantes que o adotem mais

facilmente através de várias tecnologias digitais e formas de apresentação. Tal abordagem à aprendizagem à distância através de museus virtuais permite aos alunos compreenderem melhor o conteúdo e compreenderem diferenças culturais e interações para explorarem facilmente o contexto histórico e social de conteúdos específicos. Além disso, os museus virtuais são também característicos, precisamente porque proporcionam a capacidade de selecionar características de aprendizagem individuais, uma vez que permitem a aprendizagem através de diferentes estilos cognitivos e uma abordagem construtivista à aprendizagem.

A investigação de Ismaeel et al. (2019) revelou que os estudantes hoje em dia, que são considerados nativos digitais, estão cada vez mais envolvidos na tecnologia digital, e as TIC oferecem-lhes uma abordagem diferente ao ensino e educação. As ferramentas digitais permitem a possibilidade de olhar para o material como um produto dentro de uma rede mais alargada de ligações históricas, culturais, socioeconómicas e geográficas, o que fomenta uma maior compreensão e interpretação do material. Os autores deste estudo também afirmam que o potencial educativo dos museus virtuais é geralmente reconhecido, apesar da sua utilização ser ainda limitada num contexto educativo formal. Adicionalmente, os autores defendem que os museus virtuais são uma ferramenta TIC robusta para melhorar a aprendizagem e a aquisição de conhecimento. Estes proporcionam um ambiente de aprendizagem interativo que se adapta aos estilos de aprendizagem e interesses dos alunos.

As conclusões de diferentes estudos (Daniela, 2020; Hawkey, 2004; Ismaeel et al., 2019; Mamur et al., 2020; Paliokas, 2008) realçam a importância do valor educativo dos museus virtuais para melhorar o processo educativo que complementa o currículo. A educação através de museus virtuais é o futuro do processo educativo. Representa uma oportunidade para diferentes aprendizagens e para a integração de alunos no processo de aprendizagem ao melhorar a experiência de aprendizagem.

## **Parte 3: Possíveis aplicações de museus virtuais para ensinar e aprender sobre as STEM**

### **Ambientes virtuais de aprendizagem para ajudar a melhorar o desempenho dos alunos na educação STEM**

Os ambientes virtuais podem ser usados nas STEM: ciências, tecnologias, engenharia e matemática (Cecil et al., 2013). Podem ser usados na área das STEM através de simulações, diferentes ferramentas digitais e vários tipos de materiais de aprendizagem. Os professores e outros especialistas em educação devem usar ambientes virtuais de aprendizagem para preparar os participantes (os seus alunos) para se tornarem pessoas competentes e funcionários de qualidade.

Os mundos virtuais são ambientes de aprendizagem virtual apropriados cujas características podem ser aplicadas e usadas em diferentes áreas de ensino e pedagógicas. Os professores devem saber que a qualidade do ensino e aprendizagem requer uma compreensão de como os as gerações atuais de estudantes estão a estudar. Becker (2019) estudou um grupo de alunos do sexto ano que usaram um ambiente virtual durante alguns meses, enquanto que o seu nível de conhecimento foi avaliado através de testes. Adicionalmente, os seus estilos de aprendizagem foram analisados, e os resultados mostraram o potencial dos mundos digitais para se adaptarem a vários estilos de aprendizagem e melhorarem a aprendizagem (Becker, 2019).

De acordo com Cecil et al. (2013), os ambientes virtuais de aprendizagem (VLEs) envolvem a criação de ambientes ricos em gráficos baseados em tecnologia 3D, que também podem estar ligados à tecnologia de realidade virtual. A realidade virtual é descrita como uma tecnologia que permite a criação de um ambiente 3D simulado, em que os utilizadores podem comunicar usando óculos 3D e ferramentas de acompanhamento. A realidade virtual e as técnicas de ciber-computação são algumas das tecnologias mais recentes a serem aplicadas para fins educativos. Existe um potencial significativo em usar este tipo de tecnologia para ensinar

conceitos complexos e simples no campo das STEM. Os ambientes virtuais de aprendizagem envolvem ambientes completamente imersivos nos quais a referência ao mundo real é completamente excluída. Inclui um protótipo virtual, descrito como um modelo de computador tridimensional (3D) que tenta imitar um objeto ou ambiente alvo usando tecnologia de realidade virtual.

Um ambiente integrado de aprendizagem das STEM é um contexto de aprendizagem em que os alunos aprendem mais do que uma disciplina e praticam conhecimento multidisciplinar ao resolver um problema usando tecnologia (Yang e Baldwin, 2020). A utilização de tecnologia no campo das STEM em geral aumenta a motivação dos alunos para adotarem e compreenderem conteúdos complexos e eleva a sua experiência e conhecimento. Desta forma, a tecnologia digital ajuda a contribuir para a aprendizagem ativa. De acordo com Yang e Baldwin (2020), a tecnologia imersiva e interativa (realidade aumentada e realidade virtual) pode proporcionar aos alunos sentimentos de imersão que melhoram a sua compreensão e participação nas disciplinas STEM. Este tipo de aprendizagem à distância permite aos alunos envolverem-se melhor na aprendizagem autêntica e aumenta a motivação. Além disso, aprender através de jogos que incluem a importância da engenharia matemática e da tecnologia contribui para facilitar a compreensão dos alunos da complexidade destas áreas (Yang e Baldwin, 2020, de acordo com Lemke, 2013).

Yang e Baldwin (2020) afirmam que a tecnologia oferece várias oportunidades para os estudantes universitários descobrirem sobre a tecnologia, e encoraja-os a interpretar ideias científicas e matemáticas de forma diferente. A tecnologia pode tornar possível a exploração de disciplinas STEM e apoia os alunos a associarem diferentes ideias disciplinares, por exemplo, ao usarem simulações. Yang e Baldwin (2020) apresentam estratégias de utilização de tecnologia em ambientes integrados de aprendizagem das STEM:

1. proporcionando um contexto de aprendizagem autêntico (isto é uma abordagem de ensino que permite que os alunos apliquem conhecimentos a problemas do mundo real);

2. oferecendo um ambiente de pesquisa baseado na web (a aprendizagem com base na pesquisa requer que o aluno faça projeções, pesquise, avalie, e também que desenvolva demonstrações, e uma plataforma baseada na web pode ser usada para proporcionar os meios para pesquisar e encontrar explicações ao desenvolver uma compreensão de questões científicas);
3. aprender com tecnologia imersiva e interativa (as tecnologias imersivas e interativas, como as simulações, proporcionam aos alunos a oportunidade de experimentar ou investigar fenômenos para além das restrições físicas);
4. criação de conteúdo (criar conteúdo com tecnologias diferentes cria uma oportunidade para os alunos apresentarem projetos integrados de STEM e proporciona a oportunidade de assumirem papéis e participarem ativamente em desafios de design).

Yang e Baldwin (2020) também afirmam que a utilização de tecnologias em ambientes integrados de aprendizagem das STEM pode expandir o ensino e a aprendizagem eficazes. A categorização das estratégias de utilização da tecnologia pode ajudar os professores a adotar estratégias eficazes para orientarem a aprendizagem dos alunos num ambiente STEM.

De acordo com Daniela (2020), os museus virtuais podem funcionar como agentes de aprendizagem porque é possível reforçar a realidade analógica com informação digital; a integração ocorre em tempo real e de forma extremamente coordenada; eles permitem combinar diferentes recursos como texto, vídeo, áudio e 3D, são interativos, e a participação dos indivíduos é também crítica para a criação de conteúdos. Além disso, estudos (Daniela, 2020) mostram que a utilização de soluções tecnológicas como agentes no processo de formação ajuda os alunos a analisar, reorganizar, assimilar, contextualizar e sintetizar o seu conhecimento, proporcionando novos níveis de pensamento e aprendizagem. Desta forma, os indivíduos podem usar os seus dispositivos inteligentes para associar este conhecimento, em que a educação pode ser organizada num ambiente em particular e sob certas circunstâncias, o que pode não ser possível sem a utilização de soluções virtuais. Daniela (2020), concordando com Fowler (2015), realça três

fases de aprendizagem através da VR, que também podem ser consideradas para museus virtuais:

1. **Conceptualização:** em que o aluno assimila e interpreta as diferentes informações e conceitos;
2. **Construção:** em que o aluno avalia factos e conceitos, aplica conhecimentos de forma interativa, analisa problemas, observa experiências da vida real ao construir a sua compreensão da experiência;
3. **Discussão:** em que o aluno discute o que é que ele aprendeu com os outros.

Enfatiza-se o facto de que a informação é obtida já dentro das fases primárias de aprendizagem sobre as quais o indivíduo pode construir o seu conhecimento e aplicá-lo em novos contextos.

Diferentes estudos mostraram que o videojogo tem um efeito positivo na motivação dos alunos em várias atividades de aprendizagem (Daniela, 2020; Hawkey, 2004; Ismaeel et al., 2019; Mamur et al., 2020; Nikoletta, 2008; Paliokas, 2008; Yang, 2020). Daniela (2020) afirma que, considerando a aprendizagem em museus como uma forma de aprendizagem ativa, os museus virtuais têm potencial. Em termos dos critérios de valor tutorial, os museus virtuais serão considerados agentes de aprendizagem que estimulam o interesse, suplementam o conhecimento existente com novos conhecimentos e proporcionam uma alteração nos tipos de aprendizagem. Ainda assim, não serão considerados como agentes de aprendizagem completos com capacidade de substituir totalmente o trabalho dos professores. Vários relatórios (Cecil et al. 2013; Daniela, 2020; Yang e Baldwin, 2020) também afirmam que o grande potencial dos ambientes virtuais de aprendizagem e simulações de computadores envolve e motiva os alunos, especialmente nas ciências, tecnologias, engenharia e matemática.

## Ambientes virtuais de aprendizagem como um apoio às necessidades educativas e circunstâncias extraordinárias



Source: <https://www.cnm.edu/news/cnm-develops-workshops-to-help-k-12-teachers-create-successful-virtual-learning-environments>

Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem encorajam um ambiente de aprendizagem positivo juntamente com o envolvimento dos alunos e um ambiente que oferece benefícios adicionais aos alunos, desde a flexibilidade ao acesso a uma maior variedade de recursos. Por exemplo, esta aprendizagem virtual também é chamada de aprendizagem 'mesmo a tempo', uma vez que pode acontecer em qualquer lugar, a qualquer hora, e é acessível a partir de qualquer lugar. A utilização eficiente de novas tecnologias implica uma evolução da atual pedagogia e um passo no sentido de atividades de ensino e de aprendizagem cooperativas e interativas. Como qualquer tecnologia, os ambientes virtuais de aprendizagem incorporam princípios fundamentais sobre ensino e aprendizagem (Maltby e Mackie, 2016).

### **Ambientes virtuais de aprendizagem como apoio às necessidades educativas**

Um ambiente virtual de aprendizagem não é uma experiência nova no contexto da educação. Já estão a ser utilizados numa série de escolas, assim como instituições de ensino superior. Tal abordagem assistida por computador expõe novas oportunidades tanto para os alunos como para os educadores, trazendo ao mesmo

tempo alguns desafios. A razão principal para implementar novas tecnologias é para gerar algo melhor, mais rápido e ao mesmo tempo mais simples. Abaixo encontram-se listadas vantagens e desvantagens de usar ambientes virtuais de aprendizagem como apoio às necessidades educativas:

### **Flexibilidade:**

Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem transformam o processo educativo numa abordagem de aprendizagem mais flexível, especificamente em termos de tempo. Tendo contacto de longa duração e gratuito com os materiais de aprendizagem, os alunos podem coordenar facilmente os seus estudos com atividades e planos posteriores. Consequentemente, os alunos são livres de trabalhar ao seu próprio ritmo e cada aluno pode ler o conteúdo e ver os vídeos tantas vezes quantas quiser para compreender o tópico. Em contraste, os alunos que aprendem depressa não precisam de esperar pelo resto da turma para avançar.

### **Acessibilidade:**

A aprendizagem tem lugar online – num ambiente virtual – por isso não há necessidade de os alunos estarem presentes numa sala de aula. Isto cria uma educação acessível de alta qualidade para pessoas com deficiências, assim como para aqueles que vivem em áreas distantes ou mesmo noutros países e continentes. Uma estrutura de aprendizagem virtual viabiliza um processo educativo contínuo, uma vez que os alunos podem continuar os seus estudos quando estão de férias ou mesmo de cama com uma constipação, se o desejarem.

### **Envolvimento:**

Um ambiente virtual de aprendizagem é benéfico para experimentar com formatos de conteúdo – tais como posts, imagens, infográficos, apresentações de slides, etc. – assim como com novas abordagens. O ambiente virtual de aprendizagem encoraja diretrizes educativas com testes e quizzes online, vídeos e apresentações. Uma mistura de um número de atividades distintas permite um maior envolvimento dos alunos e adiciona uma maior gamificação ao processo de aprendizagem.

### **Interatividade:**

Um requisito essencial para um ambiente virtual de aprendizagem é a interatividade. Não é suficiente o material ser apresentado aos alunos e depois estes serem testados sobre esse material. O ambiente virtual de aprendizagem deve capacitar os alunos a reorganizar o material apresentado, adicionar os seus próprios recursos, marginalizar o material, introduzir e fazer simulações, etc. Os alunos devem ser ativos ao moldar o 'mundo', em vez de serem simplesmente observadores passivos do 'micro-mundo' formulado pelo educador (Britain e Liber, 2012).

### **Motivação:**

A flexibilidade formada num ambiente virtual de aprendizagem pode ser um problema para os alunos que têm pouca autodisciplina ou baixa motivação. Sem prazos específicos e orientação constante, é difícil para os alunos manterem-se concentrados e estudarem produtivamente. Consequentemente, os ambientes virtuais de aprendizagem podem criar mais oportunidades para fraude, uma vez que ninguém vê se os alunos estão a utilizar outros dispositivos ao ter um teste online ou se estão a fazer verdadeiramente tudo eles próprios. Por isso, a alta motivação e a autodisciplina são essenciais num ambiente virtual de aprendizagem (Puzhevich, 2020).

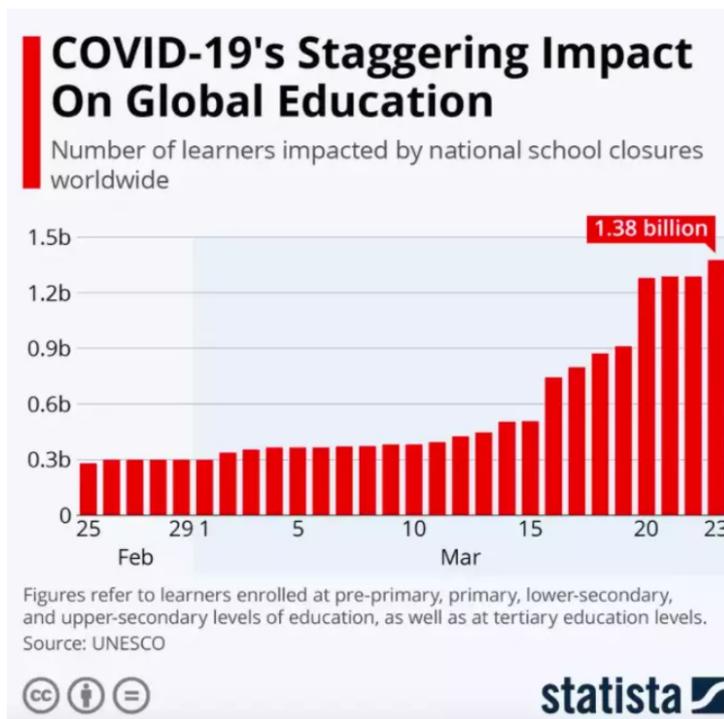
Os ambientes virtuais de aprendizagem (VLE) podem ser analisados de acordo com os seguintes aspetos:

- O VLE é um espaço de informação projetado
- O VLE é um espaço social: ocorrem interações educativas no ambiente
- A representação da informação/espaço social virtual pode diferir do texto para mundos 3D
- O VLE não se restringe à educação à distância: também reforça as atividades em sala de aula
- Os VLE combinam uma variedade de tecnologias e múltiplas abordagens pedagógicas
- Um número de ambientes virtuais sobrepõe-se com os ambientes físicos

A educação online está muitas vezes correlacionada com a educação à distância, mesmo que possa usar utilizada extensivamente para apoiar a aprendizagem presencial. Por exemplo, a comunicação concluída independentemente de acordo

com o ritmo/horário individual de uma pessoa oferece flexibilidade horária aos estudantes. Muitos cursos online combinam o ensino à distância e presencial, tornando o ambiente de aprendizagem mais vigoroso. Nos últimos anos, as escolas secundárias introduziram atividades baseadas na internet, adicionadas para complementar as atividades de aprendizagem presenciais. Este reforço foi implementado no sistema educativo como um complemento ou mesmo como um efeito mais forte nas abordagens pedagógicas dos educadores (Dillenbourg et al., 2007).

### Como é que o COVID-19 afetou o sistema educativo



A pandemia efetivamente forçou um encerramento mundial de várias atividades (Adedoyin e Soykan, 2020). Adicionalmente, isto levou ao encerramento de escolas em todo o mundo, com milhares de milhões de alunos (ver figura abaixo) a tentarem acompanhar a escola a partir de casa para garantir a continuidade educativa e diminuir a perda de aprendizagem (McBurnie, 2020). Posteriormente, o

sistema educativo mudou completamente, com um aumento surpreendente dos ambientes virtuais de aprendizagem, através dos quais o ensino é realizado remotamente em plataformas digitais. Isto marca o maior 'movimento online' na história da educação (Li e Lalani, 2020).

A crise de COVID-19 ativou uma mudança desafiante no sistema educativo, realçando a grande importância da adaptação a novas tecnologias. As explicações

virtuais, ferramentas de videoconferência, e software de aprendizagem online têm tido uma grande procura desde a Covid-19. Em resposta a esta procura, muitas plataformas de aprendizagem online estão a oferecer acesso aos seus serviços, apoiando a educação remota. Por exemplo, o governo italiano criou um website para apoiar as escolas a ativar diferentes formas de aprendizagem à distância durante o período de encerramento das escolas da emergência de coronavírus (<https://www.miur.gov.it/web/guest/-/didattica-digitale-distribuiti-gli-85-milioni-del-decreto-ristori-firmato-il-decreto-con-il-riparto-per-singola-scuola>). Além disso, o Ministério da Educação em Espanha criou um website chamado "Recursos para a formação online" (<https://intef.es/recursos-educativos/recursos-para-el-aprendizaje-en-linea/>), num esforço para oferecer aos professores e alunos acesso a diferentes tipos de materiais educativos e cursos de formação.

Para garantir a continuidade na educação e formação, a UE também desenvolveu uma vasta gama de plataformas de aprendizagem online para professores e educadores. Learning Corner é uma plataforma de fácil acesso com materiais de aprendizagem, incluindo jogos online, para ajudar os alunos de todas as idades a descobrir a UE. eTwining é outra plataforma colaborativa europeia para os professores comunicarem, trocarem opiniões e recursos, e co-criarem projetos. Existem provas suficientes de que a aprendizagem online pode ser mais eficaz de várias formas para os alunos que têm acesso à 'tecnologia certa'. De acordo com vários estudos, os alunos absorvem 25-60% mais material ao aprenderem online, em relação a apenas 8-10% ao aprenderem numa sala de aula. Isto deve-se principalmente ao facto de os alunos aprenderem mais depressa online, uma vez que o processo de aprendizagem não leva tanto tempo como numa sala de aula tradicional. Os alunos têm a liberdade de voltar e reler partes difíceis, adotando uma forma individual de aprendizagem, personalizada ao seu próprio espaço (Li e Lalani, 2020).

Os ambientes virtuais de aprendizagem são o futuro da educação, não apenas para o ensino superior, mas também para o ensino secundário, onde o ensino virtual foi introduzido de vez no último ano. O objetivo dos ambientes virtuais de aprendizagem é melhorar tanto a eficácia como a interação entre os alunos. Estes

sistemas online são ferramentas fundamentais para transformar e remodelar o atual sistema educativo (Bri et al., 2009).

## **Ambientes virtuais de aprendizagem como ferramenta de aprendizagem para todos os alunos**

Os ambientes virtuais de aprendizagem podem oferecer oportunidades interessantes para ultrapassar uma grande variedade de barreiras. Contudo, não são ferramentas mágicas que funcionam da mesma forma para toda a gente. Para compreender as oportunidades oferecidas pelos ambientes virtuais de aprendizagem, é necessário começar por explorar que barreiras existem.

### **Desmascarar o mito do nativo digital:**

#### **A barreira tecnológica no acesso aos ambientes de aprendizagem virtuais**

A primeira barreira vem aliada a um mito, de acordo com o qual todos os adolescentes são nativos digitais. A ideia desta expressão é que os jovens nasceram quando a internet já estava bastante difundida, usam ferramentas digitais desde a sua infância e compreendem-nas naturalmente (Tricot e Chesne, 2020), como se fosse um processo biológico natural para eles. Uma expressão frequente hoje em dia é que os jovens nasceram com um smartphone na mão.

Apesar de os jovens hoje em dia estarem mais ligados à tecnologia do que as gerações anteriores, transferir competências de uma utilização pessoal de computadores, smartphones ou tablets para um contexto académico ou profissional não é uma transição fácil. Por outras palavras, jogar jogos ou navegar nas redes sociais não ensina uma pessoa a formatar um documento de texto ou a trocar emails eficazmente. Esta lacuna de competências está no centro da abordagem de várias associações que acompanham os jovens e aqueles que estão em risco de exclusão social no desenvolvimento de formações digitais escolares e profissionais

nos confinamentos de 2020 no caso da França (Tellier, 2020). A literacia digital ainda não é natural para os humanos.



Pixabay.com <https://pixabay.com/photos/infant-to-learn-laptop-question-2709666/>

### **Barreiras geográficas, económicas e sociais à utilização de ambientes virtuais de aprendizagem**

Se a literacia digital é uma competência que é desenvolvida e adquirida e não um traço natural, não admira que os níveis de literacia digital possam variar imenso dependendo de uma vasta variedade de fatores, incluindo fatores geográficos, económicos e sociais. Esta ideia está contida na definição de fosso digital da OCDE:

O termo "fosso digital" refere-se à diferença entre os indivíduos, as famílias, os negócios e as áreas geográficas com diferentes níveis socioeconómicos tanto em relação às suas oportunidades de aceder às tecnologias de informação e comunicação (TICs) como à sua utilização da Internet para uma variedade de atividades (OECD. 2006)

Portanto, o fosso digital não considera apenas as diferenças em termos de acesso à tecnologia, mas também em termos de competência ou literacia. Enquanto que o peso de cada fator na contribuição para o fosso digital não é homogéneo dependendo de diferentes regiões, países ou contextos, é interessante notar que

aquilo que pode ser o fator principal a motivar as pessoas a desenvolver novas competências digitais é a importância destas competências para o seu grupo social (Vodoz, 2010). A consequência da importância ou falta de importância social de uma certa competência digital relacionada com a escola ou com o trabalho é que isto reflete, e muitas vezes amplifica, as desigualdades sociais existentes.

### **Como criar ambientes virtuais de aprendizagem inclusivos**

Com base nesta análise, uma pessoa pode questionar como é que um ambiente virtual de aprendizagem pode ser uma resposta significativa para ultrapassar as barreiras que podem aparecer no percurso de um aluno. As boas notícias são que é nesta parte que entra o design. Vamos mergulhar naquilo que pode tornar a aprendizagem virtual inclusiva, tendo em conta alguns princípios para ter em consideração durante o processo.

### **Projetar uma experiência virtual que parece natural**

Os ambientes virtuais de aprendizagem não se limitam às plataformas clássicas de e-learning que contêm conteúdos de cursos e quizzes. Podem assumir formas que pareceriam mais naturais a um utilizador que não esteja habituado a práticas de escola digital, como é o caso de um museu virtual. Ao projetar um ambiente deste tipo, a chave seria criar um equivalente virtual de um espaço físico onde o utilizador possa compreender como se mover, navegar ou visualizar os diferentes elementos. Em termos mais práticos, um museu virtual pode ser construído a partir dos componentes de experiência imersiva de um videojogo, em particular:

- Dar uma sensação de agência ao utilizador ao permitir que decida o que fazer,
- Dar espaço e tempo suficientes para o utilizador observar os elementos ao seu próprio ritmo,
- Criar uma identidade visual intuitiva,
- E, se for relevante, incluir som e/ou música.

## **Conceber um espaço de aprendizagem que não é nem uma plataforma de eLearning nem um videogame**

Contudo, um museu ou ambiente virtual não é nem uma plataforma de eLearning nem um videogame, e nem mesmo algo entre os dois. O objetivo é que o utilizador seja capaz de aprender e explorar o conceito, sem incluir testes, como numa plataforma de eLearning, nem desafios, como aconteceria num videogame. A vantagem de não incluir qualquer formulário ou avaliação torna a experiência mais acessível a qualquer aluno que não domine os códigos da educação formal (Vodoz, 2010).

Adicionalmente, um museu virtual não tem de esconder o seu objetivo sob o falso pretexto de oferecer uma experiência de aprendizagem "divertida" como muitos jogos sérios fazem, o que é na verdade um ponto forte, no sentido em que os jogos sérios mal concebidos que acabam por ser demasiado sérios e geralmente não tão motivantes para o aluno como poderiam ser (Mons et al., 2020).

Finalmente, um relatório de investigação pela CNESCO (Centro Nacional Francês para o Estudo da Escola) sobre a integração de ferramentas e práticas digitais no sistema escolar francês identifica a capacidade de "Apresentar informação, representar aquilo que não era conhecido/não podia ser representado antes, enriquecer a informação" como uma das funções pedagógicas nas quais a utilização de ferramentas digitais teve o impacto mais positivo (Tricot and Chesne, 2020).

## **Tornar um museu acessível a qualquer pessoa, a partir qualquer lugar**

Os alunos visitam museus reais para os encorajarem a descobrir coisas novas e a "falar" ou interagir com o assunto estudado. Adicionalmente, ao tirar os alunos dos códigos rígidos da sala de aula, eles podem sentir-se menos pressionados e mais dispostos a descobrir coisas por si próprios, mesmo em tópicos que não se sentiriam confortáveis a abordar por si próprios. Os museus ou ambientes de aprendizagem virtuais podem oferecer oportunidades de acesso semelhantes e reduzir problemas de acesso a museus físicos (distância, mobilidade, etc.).

Contudo, uma necessidade que é verdadeira ao levar estudantes a museus físicos que continua nos museus virtuais é que meramente disponibilizar conteúdo de museu não faz com que seja uma experiência inclusiva. Existe uma necessidade de orientação, que pode ser facilmente proporcionada a qualquer altura no caso de um museu virtual, ao oferecer descrições dos elementos expostos ou fornecendo recursos adicionais para o aluno explorar.



Miraikan: Fotografia por [Ryo Tanaka](#) em [Unsplash](#)

No Miraikan, Museu Nacional do Japão de ciência emergente e inovação, os visitantes podem andar à volta da Terra e ter um papel mais ativo na exposição.

## **Abordagem inclusiva de museus virtuais para alunos com Dificuldades de Aprendizagem Específicas**

As Dificuldades de aprendizagem específicas (DAEs) são perturbações do neurodesenvolvimento que começam durante a idade escolar e têm uma incidência na capacidade de aprender com enfoque especial em três áreas: escrita, leitura e matemática. Também podem ser afetadas outras competências. A DAE mais comum é a dislexia, que é uma dificuldade que diz respeito à leitura. As DAEs não podem ser curadas, podem apenas ser geridas com a ajuda de especialistas. De

acordo com a Associação Americana de Psiquiatria (APA): As dificuldades de aprendizagem, se não forem reconhecidas e geridas, podem causar problemas ao longo da vida de uma pessoa, para além de um desempenho académico inferior. Estes problemas incluem um maior risco de sofrimento psicológico, pior saúde mental em geral, desemprego/subemprego e desistência da escola.

As DAE's podem apresentar-se como uma perturbação única ou podem ser combinadas, uma pessoa com dislexia pode também ter dispraxia, por exemplo. De acordo com a APA, estima-se que um terço das pessoas com DAE's tenham perturbação de hiperatividade e défice de atenção (PHDA). As DAE's podem ocorrer em diferentes graus de gravidade, de leve a grave. Finalmente, estas perturbações não têm uma correlação com a inteligência, as pessoas com DAE's têm muitas vezes QIs médios ou acima da média.

### **Tipos de Dificuldades de Aprendizagem:**

**Dislexia:** as pessoas com dislexia têm dificuldades ao ler, as dificuldades associam-se principalmente à associação das letras com o som que fazem, e por isso a leitura torna-se lenta e requer muito esforço. Os problemas de leitura começam mesmo antes de se aprender a ler, por exemplo ao tentar separar as palavras em sílabas e reconhecer o ritmo (APA). No infantário, começam a aparecer sinais de dislexia quando as crianças não são capazes de reconhecer letras tão bem quanto os seus pares, o que resulta em que evitem atividades de leitura no futuro.

**Dispraxia:** Esta dificuldade de aprendizagem diz respeito ao desenvolvimento motor, as pessoas com dispraxia têm dificuldades na aquisição de coordenação sensório-motora e funções visuais e espaciais. Na escola, pode ter um impacto importante na aprendizagem de geometria, artes e desporto.

A dispraxia pode levar a más competências de organização, lentidão, alto nível de fadiga por fazer as mesmas tarefas que os outros e dificuldades de movimento devido a desafios de organização espacial.

Disfasia: A disfasia tem impacto no desenvolvimento da linguagem oral, na fonologia e na decodificação da linguagem recebida. Pessoas com disfasia têm dificuldades em transmitir informação porque é difícil compreender o que dizem, causando dificuldades gerais de comunicação.

Discalculia: A discalculia afeta as capacidades de aprendizagem de números e conceitos matemáticos, compreensão de símbolos e funções. As pessoas com discalculia têm dificuldades em compreender números, memorizar conceitos e factos matemáticos, e também dificuldades gerais de resolução de problemas.

Disgrafia: a disgrafia afeta a ortografia, gramática, pontuação e caligrafia. Pessoas com disgrafia têm dificuldades em passar as suas ideias para o papel.

### **Impacto dos ambientes virtuais nos alunos com DAE's**

Os ambientes virtuais são benéficos para os alunos com DAE's porque existem menos regulamentos, diretrizes e restrições em termos de tempo, localização e horário.

Os indivíduos com necessidades especiais podem beneficiar bastante de ambientes virtuais de aprendizagem devido ao seu ambiente não formal. Proporcionam atividades e oportunidades de aprendizagem interativa que permitem ao aluno ter controlo sobre o processo de aprendizagem. Os ambientes virtuais motivam as pessoas com DAE's a aprender, ajudando-as a transferir conhecimentos do mundo virtual para o real num espaço de aprendizagem seguro (Jeffs, 2009).

Os ambientes virtuais permitem que os alunos escapem do ambiente tradicional de aprendizagem e das restrições da escola, que torna o museu virtual num ambiente menos stressante.

A aprendizagem é um ambiente virtual que permite que as pessoas aprendam num enquadramento organizado com atividades estruturadas, mas fora do ambiente de aprendizagem formal e tradicional.

O ambiente de aprendizagem formal pode ser stressante, especialmente para os alunos com DAEs, porque eles muitas vezes têm dificuldades na escola, mas também devido às restrições de tempo e horário inflexível. Esta alteração proporciona uma mudança nas atividades de aprendizagem diárias que podem ser benéficas para os alunos em geral, mas especialmente alunos com DAEs, que podem descomprimir e aprender ao mesmo tempo.

Num museu virtual, por exemplo, os alunos estão livres para visitar qualquer sala com diferentes exposições quando quiserem, sem limite de tempo. Esta liberdade promove um ambiente flexível e envolvente para pessoas com DAE, o que é útil porque, conforme mencionado anteriormente, em alguns casos, elas levam mais tempo do que os seus pares e muitas vezes têm dificuldades em acompanhar as atividades. Por este motivo, os ambientes virtuais de aprendizagem podem ser inclusivos dependendo de como são concebidos, não apenas para pessoas com DAE, mas também para pessoas com obstáculos à mobilidade (seja deficiências físicas ou distâncias de viagem).

Ao longo do tempo, os museus mostraram que têm um papel significativo na educação e património cultural, por isso a acessibilidade online a este tipo de conteúdo pode ser um ponto de viragem para motivar e envolver os alunos que têm dificuldades de acesso no formato físico. Devido à quantidade ilimitada de tempo no ambiente virtual, os alunos podem examinar cuidadosamente as exposições e obter informações adicionais para enriquecer o processo de aprendizagem.

Os museus podem levar o aspeto de inclusão ainda mais longe; por exemplo, o Museu Guggenheim de Nova Iorque levou a inclusão a um novo nível ao criar o Mind's Eye: Um guia sensorial do museu Guggenheim de Nova Iorque, em que usam linguagem precisa e evocativa para descrever a experiência de visitar o museu, criando uma experiência sensorial. Este guia foi criado para pessoas invisuais e com deficiências visuais, mas também pode ser benéfico para os alunos com dislexia devido ao áudio-guia.

**Audio Guide**

Designed for those who are blind or have low vision, but illuminating for all, this guide features New Yorkers' voices and uses precise, evocative language to convey the Frank Lloyd Wright museum's architecture and the sensorial experience of moving through it.

**GUGGENHEIM**

- Visit
- Online Resources
- Art
- Join & Give
- Research
- Tickets
- Shop
- Search 🔍

Today's Schedule >

**Mind's Eye: A Sensory Guide to the Guggenheim New York**  
11 TRACKS | 39:32 | → SOUNDCLOUD

1. Approach
2. Threshold
3. Sound
4. Incline
5. Suspension

Show More \*

Mind's Eye is made possible by **Ornellaia**

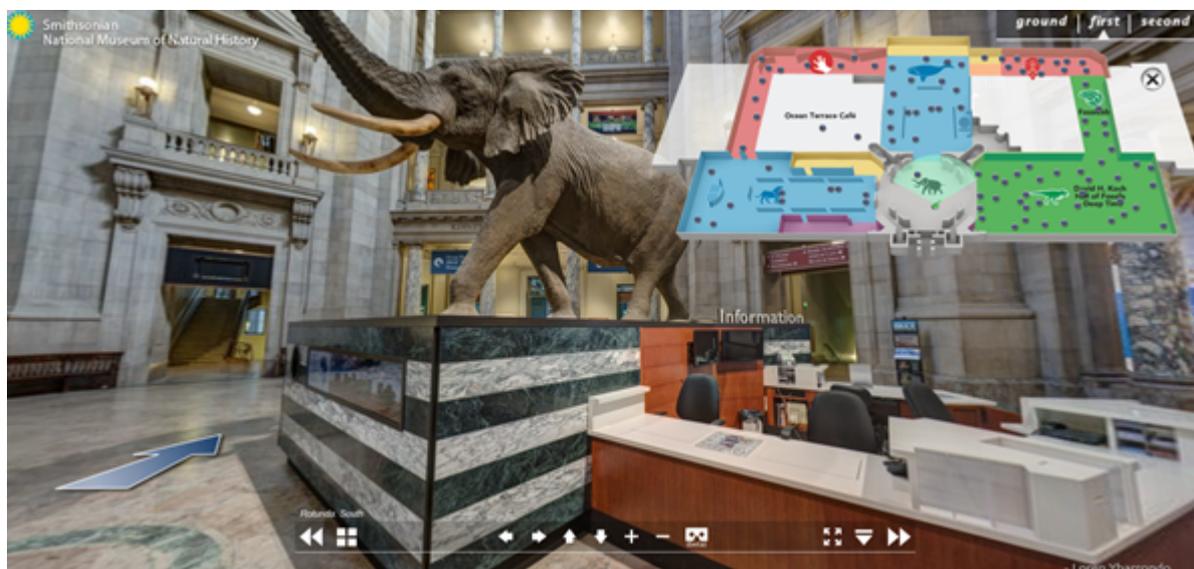


ORNELLAIA

Additional support is provided by Peter Bentley Brandt.

Fonte: [https://www.guggenheim.org/event/event\\_series/minds-eye](https://www.guggenheim.org/event/event_series/minds-eye)

O Museu Nacional de História Natural em Washington D.C. oferece um tipo de experiência alternativo com uma visita virtual num formato interativo que permite ao visitante circundar objetos e artefactos, ampliar e reduzir um mapa no ecrã que mostra onde está o visitante, para facilitar a visita.



Fonte: [https://naturalhistory2.si.edu/vt3/NMNH/z\\_tour-022.html](https://naturalhistory2.si.edu/vt3/NMNH/z_tour-022.html)

Para melhorar a acessibilidade e inclusão, uma empresa chamada Tactile Studio especializou-se em construir museus virtuais, para possibilitar trocas culturais inclusivas através dos museus dos seus clientes, um deles sendo o Museu do

Louvre. O objetivo desta empresa é promover o acesso às artes e cultura para todos, desenvolvendo soluções educativas multissensoriais, tão intuitivas quanto possível. Isto mostra que os museus estão mais preocupados em serem acessíveis digitalmente, mas também em serem acessíveis a todos: "Invisuais e deficientes visuais, surdos e deficientes auditivos, pessoas com mobilidade reduzida e pessoas com déficit cognitivo. Este tipo de acessibilidade em museus traz conforto físico e psicológico para todos, e é essencial em espaços culturais" (Arquiteta francesa Nadia Sahmi).

Os museus estão a adotar uma abordagem mais focada no ser humano, considerando as necessidades de todos e certificando-se de que estão refletidas nos detalhes, uma vez que a acessibilidade consiste em remover as barreiras presentes.

Os ambientes virtuais para a aprendizagem podem ser desenvolvidos para proporcionarem diferentes tipos de atividades, tais como visitas virtuais, eventos, competições e outros. Podem ser facilmente moldados para chegarem a públicos diferentes e fornecerem uma ampla variedade de experiências.

As exposições em museus virtuais podem ser apresentadas num modo de panorama onde o ângulo de 360 graus, chamado panorama circular, permite ao utilizador interagir com objetos. Os utilizadores podem observar o objeto, ampliar e diminuir e também obter mais informações sobre este (Atamuratov, 2020). Para aproveitar ao máximo o ambiente virtual, as exposições em modelos 3D são aquelas que oferecem mais vantagens no que toca ao envolvimento dos utilizadores do museu virtual devido aos resultados realistas e ao valor pedagógico da aprendizagem prática. As exposições podem ter diferentes tipos de materiais, por exemplo, imagens, vídeos, gravações de áudio e outros, proporcionando uma experiência multissensorial que pode ser acedida em qualquer lado, a qualquer altura.

## **Parte 4: Possíveis aplicações de museus virtuais para ensinar e aprender sobre as STEM**

No âmbito do projeto, alguns professores, educadores, ou trabalhadores de museus foram entrevistados para partilhar a sua visão sobre o que deve ser um museu virtual das STEM e que vantagens e atividades pode proporcionar.

Entre estas figuras constavam, por exemplo, um professor de física e matemática, um chefe assistente no departamento administrativo de educação, cultura e desporto, um responsável pela oferta escolar básica para crianças do jardim de infância e do ensino primário num museu, e um museógrafo (pessoa responsável pela definição de conceitos de exposições, e pela organização da montagem e conteúdo das exposições).

### **Expetativas e atividades do Museu Virtual das STEM**

Durante as entrevistas, perguntamos aos inquiridos o que esperariam de um museu virtual das STEM, o que este implica e quais as funcionalidades que teria. As respostas foram variadas, mas, no geral, consideram-no um local digital com muitos meios multimédia que envolveriam os visitantes em várias atividades interativas para aprender e descobrir temas das STEM. A sua utilização seria intuitiva, ou seja, fácil de seguir e de utilizar por professores, formadores e estudantes ou qualquer discente. Os visitantes idealizariam a sua presença num museu real num espaço 3D, com objetos 3D, com os quais seria possível interagir. O visitante poderia também construir ele próprio objetos, nomeadamente reconstituindo alguns elementos para aprender acerca do seu funcionamento. Todos os sentidos dos visitantes devem envolver-se durante a visita às exposições. Alguns inquiridos acrescentaram até que poderia incluir alguns elementos de realidade virtual. Os discentes seriam autorizados a tocar, explorar e comentar as exposições.

Alguns deles também propuseram que os visitantes ou aprendentes fossem representados sob a forma de avatares, tendo a possibilidade de comunicar uns

com os outros para partilhar conhecimentos ou perguntas. Desta forma, poderiam ajudar-se mutuamente e trabalhar em conjunto por livre escolha.

De acordo com os inquiridos, o museu virtual das STEM deve dispor de um guia para proporcionar visitas guiadas aos alunos, tais como visitas temáticas sobre um tema específico. Também poderia haver exposições temporárias, para eventos específicos, por exemplo, tais como o aniversário da morte de um inventor. O museu introduziria experiências práticas para desenvolver as competências práticas dos discentes. Cada tema ou elemento poderia levar à pesquisa de informação para aprofundar o tema e fomentar o envolvimento dos aprendentes através de suportes físicos, áudio ou visuais. Não tem de ser demasiado técnico, semelhante à narração de histórias. Também poderá ter interações extra como as categorias “sabia?” ou “pode também gostar de...”, para encorajar os estudantes a aprofundarem a sua curiosidade e envolvimento.

### **Um museu a integrar na sala de aula**

Alguns participantes também adicionariam planos de aulas ao museu para aulas de línguas, tais como gramática ou vocabulário relacionado com a exposição; ou para aulas temáticas, tais como todas as que se relacionam com o campo da tecnologia. Os inquiridos que operam no setor das línguas acrescentariam também os níveis CERL em cada elemento a fim de orientar professores e educadores a utilizarem facilmente o museu de acordo com o nível dos seus alunos. O museu virtual poderia, de facto, ensinar aos estudantes algumas novas palavras e desbravar campos lexicais.

Para os entrevistados, o museu deveria incluir temas STEAM fora dos padrões do professor, para serem utilizados como complemento ao currículo escolar e abertos a outras disciplinas e tópicos. O museu ofereceria experiências que, à partida, seriam inacessíveis, impossíveis ou arriscadas na vida real, tais como uma visita ao interior de um vulcão. Poderia introduzir alguns conceitos que não podem ser feitos nas aulas também devido à falta de tempo. As experiências requerem muita organização, desde a preparação até ao orçamento e segurança. Pode ser difícil

montar tal atividade durante uma aula curta. O museu deve ser uma boa solução para fazer com que os alunos participem em mais experiências livres de todas as restrições. No entanto, os professores precisam de orientar os alunos através do museu e de todas as atividades, quer eles precisem de fazer tarefas em casa ou na aula. Deverá ser dado um claro acompanhamento a cada aluno, mesmo que a visita possa ser feita de forma autónoma. Os professores podem deixar os estudantes discutir o que viram e exploraram; deixá-los escolher as suas próprias visitas; tudo isto poderá servir para incrementar a sua motivação, uma vez que seria o corpo discente a decidir sobre o que lhe é mais apelativo. Por fim, poderão também escolher que tema ou coleção desejam explorar e, posteriormente, depois realizar um trabalho sobre isso ou simplesmente discuti-lo com o resto da turma.

Em termos de inclusão, o museu virtual das STEM deveria ser de fácil utilização, tanto para estudantes com dislexia, como para estudantes de ESL (Inglês como Segunda Língua). Todos os estudantes seriam autorizados a visitar o museu gratuitamente. Finalmente, os inquiridos acrescentaram também que o formato do museu deverá ser suportado por browsers da Internet e por todos os dispositivos PC e Apple.

### **O envolvimento na aprendizagem**

Durante as entrevistas, perguntamos também aos participantes que atividades acrescentariam ao museu a fim de reforçar o envolvimento dos alunos. Segundo os mesmos, o museu virtual das STEM seria utilizado como uma mais-valia educativa, como complemento à aula. Os estudantes poderiam ser convidados a fazer revisões antes de um exame ou a introduzir um novo conceito ou lição à turma através do museu. Os discentes poderiam visitar o museu por conta própria e obter alguma autonomia graças à sua utilização. O museu poderia também ser utilizado pelos estudantes como apoio para trabalhos de investigação, compreensão de leitura, ou mesmo redação de artigos.

Em suma, o Museu Virtual deveria ser utilizado para envolver os alunos ativamente no processo de aprendizagem, permitindo-lhes observar e expressar-se durante as

atividades. Um participante propôs também trabalhar em torno de temas tais como “mulheres na STEM”, por exemplo, ou conhecer as potenciais carreiras que os alunos poderiam escolher em relação às STEM. Um outro propôs a criação de WebQuests, acrescentando uma espécie de gamificação, para que os estudantes estejam mais motivados para explorar a plataforma e descobrir elementos que não teriam verificado se estivessem por conta própria. Outra fonte de motivação poderia também ser iniciar quaisquer actividades ou visitar uma determinada situação que lhes diga diretamente respeito. No geral, os respondentes falaram de atividades onde os estudantes podem agir e experimentar.

### **Vantagens do Museu Virtual das STEM**

Agora que temos as bases do que deveria ser um Museu Virtual da STEM e que atividades deveria proporcionar, podemos ver quais podem ser as vantagens de tal recurso, de acordo com as respostas dos participantes que entrevistamos.

A primeira vantagem realçada por todos os inquiridos é o envolvimento que este pode proporcionar aos alunos, já que evita muitas restrições e permite que os aprendentes sejam autónomos e tenham o seu próprio processo de aprendizagem, com menos preocupações; evita também muitas restrições e permite que os aprendentes sejam autónomos e tenham o seu próprio processo de aprendizagem com menos julgamento e pressão. Uma visita a um museu virtual é uma experiência que não pode acontecer num ambiente formal. Nenhum limite de tempo condicionará os alunos durante a sua experiência, e estes poderão fazer experiências e explorar livremente diferentes resultados, de diferentes atividades. O medo de cometer erros será também reduzido, uma vez que não têm de ser supervisionados e poderão aprender com a sua própria experiência em linha. Cada estudante pode visitar o museu individualmente, sem distrações de terceiros, o que melhora a sua concentração e produtividade. Os estudantes não se deparam com quaisquer restrições que possam existir em museus comuns.

Além disso, em termos de inclusão, o acesso ao museu é fácil, e não há problemas com a proximidade, os custos de transporte, ou a organização necessária para

trazer os estudantes numa viagem deste tipo. Permite um melhor acompanhamento contínuo de cada aluno para os professores, e está até disponível em casa para os estudantes, proporcionando ainda mais comodidade e flexibilidade. Como existe um website que reúne todos os elementos, não se perde tempo no início da atividade, e os estudantes não irão dispersar-se entre inúmeras páginas, materiais ou atividades.

Outras vantagens relativas ao museu foram destacadas, tais como o facto de permitir o desenvolvimento de competências digitais, tanto para os alunos como para o professor. Utiliza as competências do século XXI e pode ajudar os estudantes a adaptarem-se a este tipo de ferramentas, que serão cada vez mais utilizadas no futuro em ambientes educativos.

O Museu Virtual poderá ser atualizado e renovado com novos elementos e coleções com maior frequência do que um museu comum. Além disso, como as coleções não podem ser modificadas pelo utilizador, a informação não pode ser alterada e é mais fiável, fornecendo informação com curadoria.

### **Primeiras impressões após testar o VMSTEM**

Alguns dos participantes tiveram a oportunidade de experimentar a primeira versão do Museu Virtual da STEM que desenvolvemos no âmbito deste projeto. Do seu ponto de vista, o museu é uma boa ideia e bastante inovadora, uma vez que permite mudar a experiência de aprendizagem dos alunos e aumentar o seu envolvimento. As vantagens são numerosas, tendo sido já enumeradas anteriormente.

No entanto, foi sugerido que o museu poderia beneficiar de uma maior interação entre os estudantes. Para o conseguir, mais tarefas e elementos poderiam ser acrescentados, e um guia poderia ser acrescentado para fornecer algumas orientações e elementos tutoriais aos estudantes. Além disso, poderia ser agradável adicionar os sons de deslocação quando o aluno vai de um elemento para outro e se desloca no museu. Uma outra ideia consistiria em ligar as diferentes exposições, para que haja um fio condutor comum.

## Parte 5: Possíveis aplicações de museus virtuais para ensinar e aprender sobre as STEM

### Da Bélgica

**Caça ao tesouro:** Para tornar a exploração mais viva e dinâmica, pode transformar a sua visita numa caça ao tesouro, dando aos seus alunos uma lista de elementos, objetos, elementos visuais ou palavras que estes precisam de encontrar em todo o museu e pedir-lhes que tomem nota de informações importantes sobre o significado, origem, contexto, finalidade ou uso de cada elemento.

Pode criar esta caça dentro de uma exposição específica, para que possa incluir um elemento de cada coleção e tema, ou pode fazer com que os alunos trabalhem em grupos, atribuindo uma exposição ou número de coleções diferente a cada um deles, para que mais tarde possam recolher as suas conclusões. Estes poderão obter pontos, individualmente ou em grupo, com base no número de elementos encontrados e na precisão, clareza e rigor das informações adicionais, assegurando que estarão atentos e que aprenderão com essa pesquisa lúdica. É necessário assegurar que o concurso permaneça são e respeitoso e que resulte numa recompensa para o aluno ou grupo mais eficiente.

Além disso, os participantes poderão criar uma apresentação ou exposição sobre um ou vários elementos que lhes sejam atribuídos, a fim de partilhar a sua visão e compreensão de cada tópico com os seus pares, que poderão não ter reconhecido ou retido a mesma informação.

## Da Croácia

### **Como inverter uma sala de aula utilizando o Museu Virtual das STEM**

O museu virtual das STEM é seguramente uma ferramenta educativa interdisciplinar que, para além de enriquecer a experiência museológica e a experiência pessoal dos visitantes, proporciona novas oportunidades de ensino e de obtenção de resultados educativos, especialmente para estudantes com limitações. Uma das abordagens pedagógicas mais modernas, fundamentada na utilização das TIC e na partilha de materiais de aprendizagem é o conceito de sala de aula invertida, que poderá constituir um excelente método para a utilização do Museu Virtual das STEM na aprendizagem autónoma. A sala de aula invertida vai para além dos princípios da sala de aula tradicional, uma vez que os professores são chamados a preparar de antemão os materiais de aprendizagem, para que os estudantes tenham oportunidade de os consultar em casa, cada um ao seu próprio ritmo. Neste caso, a vantagem é que todos os materiais já se encontram disponíveis para consulta no Museu Virtual das STEM. As principais características desta estratégia de formação passam por atribuir novos elementos aos trabalhos de casa e, através da aprendizagem auto-didata, os alunos tiram notas e preparam perguntas para lançar o debate com o professor e colegas na aula seguinte. Ao chegarem à aula subsequente, para além da discussão, o professor pode atribuir-lhes tarefas como investigação, resolver problemas, realizar projetos e atribuir outras atividades que envolvam pensamento crítico e colaboração com os colegas. Ao envolver os alunos nestas atividades, os alunos deixam de ser meros observadores passivos, passando a desempenhar o papel de participantes ativos no processo de ensino. Com base nas perguntas dos estudantes, o professor pode esclarecer dúvidas, para uma melhor compreensão. Contudo, o papel principal do professor é o de ser um mentor que dá instruções e orienta os estudantes para as suas próprias descobertas.

## Como aplicar o VMSTEM numa “sala de aula invertida”



## De Chipre

Conselhos práticos sobre como organizar testes de campo e prestar apoio aos estudantes:

- Antes de realizar o teste de campo, a entidade promotora do mesmo realizou uma reunião com os professores para apresentar os objetivos do projeto e o próprio Museu Virtual das STEM, mostrando como o mesmo poderá facilitar o processo de aprendizagem. Durante a reunião, os professores puderam explorar o museu e selecionar os tópicos que gostariam de incorporar nas suas aulas. A apresentação do museu aos professores antes dos testes de campo, permite-lhes conhecer o museu e apoiar os seus alunos no processo de aprendizagem.
- Durante o teste de campo levado a cabo pelo CIP, a exposição sobre Microcontroladores foi utilizada como introdução a uma aula sobre tecnologia e robótica, na qual os estudantes tiveram microcontroladores à disposição, tendo-os comparado com informações obtidas a partir do museu. Os participantes aprenderam sobre os diferentes componentes do Arduino, pelo que o elemento adicional do museu relativo aos microcontroladores lhes foi bastante útil.
- Durante o teste de campo, recomenda-se:
  - Incentivar os estudantes a trabalhar em grupos para explorar o museu e completar as atividades;
  - Atribuir aos estudantes um projeto de investigação que envolva a exploração do museu e a criação de um relatório ou apresentação com base no que descobriram.
  - Encorajar os estudantes a explorar o museu virtual e a descobrir novas exposições e tópicos que lhes interesse;
  - Apoiar os estudantes quando necessário e fazer-lhes perguntas, verificando que os mesmos compreenderam o tópico em estudo.

## Da França

### **Usando as coleções do museu como introdução a vários tópicos: o exemplo da Realidade Aumentada**

A utilização de uma coleção pode ser uma excelente forma de introduzir um tópico antes de uma atividade prática. Seguimos este exemplo ao apresentar a coleção sobre Realidade Aumentada aos estudantes a fim de introduzir o conceito, a sua história e aplicações, antes de mergulhar numa atividade prática de integração de elementos de Realidade Aumentada através de um software de recursos de código aberto.

Desta forma, é possível recorrer aos modelos reutilizáveis de outro projeto Erasmus+ denominado "[DIMPA](#)" ("Digital Innovative Media Publishing for All"). Embora tenham sido criados como recursos para o ensino e formação profissional, a abordagem passo a passo das atividades de Realidade Aumentada sugeridas permite que qualquer professor os utilize na sala de aula. Tais atividades podem ser realizadas com estudantes dos 10 aos 18 anos: no caso dos estudantes mais jovens, será necessário adotar uma abordagem passo a passo e assegurar que todos se encontrem no mesmo patamar antes de avançarem, enquanto os estudantes mais velhos conseguem ser mais independentes e pedir apoio ao professor quando precisarem. Além disso, os alunos mais velhos poderão despende mais tempo a personalizar modelos 3D, podendo esta atividade ser integrada numa aula de programação.

Portanto, se estiver interessado em qualquer uma das coleções do museu, tente pensar em formas de as associar a atividades práticas!

#### **Bibliografia:**

DIMPA (202) 'Recursos Educativos Abertos', acessível em:  
<https://www.dimpaproject.eu/oer-open-education-resources/>

## De Portugal

Importa referir algumas boas práticas para a realização dos testes de campo:

1. Indicar de forma clara os objetivos do teste de campo. É crucial saber precisamente o que se pretende alcançar.
2. Incluir participantes dos mais variados quadrantes. Estudantes com várias idades, origens e níveis de competências podem ser escolhidos para esta atividade. Se pretende implementar o teste de campo com materiais disponíveis em inglês, certifique-se de que os participantes estarão aptos a compreendê-los.
3. Dê orientações claras e precisas. De modo a possibilitar um melhor entendimento da atividade por parte dos estudantes, considere a possibilidade de fazer um breve tutorial antes. Se necessário, pode adaptar a [apresentação em PPT preparada pela CEPROF para os testes de campo em Portugal](#).
4. Fique atento ao progresso dos estudantes e preste assistência conforme necessário. Isto pode implicar responder a questões, resolver problemas técnicos e dar instruções.
5. Após a conclusão do teste de campo, não se esqueça de recolher o feedback dos estudantes e de avaliar os resultados. Considere o que funcionou bem e o que se pode melhorar, e utilize esta informação para fazer alterações e ajustes, conforme necessário.

## Referências

OECD (2019). PISA 2018 Results: COMBINED EXECUTIVE SUMMARIES VOLUME I, II & III.

Ribeiro, A., Silva, B. (2009). Museu Virtual na Escola. Actas do X Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia, Universidade do Minho. Centro de Investigação em Educação (CIEd), p. 5810-5815.

Deloche, B. (2001). Le musée virtuel : vers un éthique des nouvelles images. Presses Universitaires de France.

Atamuratov, R. (2020). The Importance Of The Virtual Museums In The Educational Process. European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences, Vol. 8 No. 2, p. 89-93.

Pallokas, I., Kekkeris, G. (2008). Implementation of Virtual Museums for School Use. The International Journal of the Inclusive Museum, Vol. 1.

The ViMM Definition of a Virtual Museum | ViMM. (2021). Retirado a 22 de setembro de 2021, de <https://www.vi-mm.eu/2018/01/10/the-vimm-definition-of-a-virtual-museum/>.

Dogan, B., & Robin, B. (2015). Technology's Role in Stem Education and the Stem SOS Model. In A. Sahin (Ed.), A Practice-based Model of STEM Teaching (pp. 77–94). SensePublishers. [https://doi.org/10.1007/978-94-6300-019-2\\_6](https://doi.org/10.1007/978-94-6300-019-2_6)

Ellis, J., Wieselmann, J., Sivaraj, R., Roehrig, G., Dare, E., & Ring-Whalen, E. (2020). Toward a Productive Definition of Technology in Science and STEM Education – CITE Journal. <https://citejournal.org/volume-20/issue-3-20/science/toward-a-productive-definition-of-technology-in-science-and-stem-education>

Vahidy, J. (2019). Enhancing STEM Learning Through Technology. In *Technology and the Curriculum: Summer 2019*. Power Learning Solutions.

<https://techandcurr2019.pressbooks.com/chapter/enhancingstem/>

Gaia, G., Boiano, S., Bowen, J. P., & Borda, A. (2020). *Museum Websites of the First Wave: The rise of the virtual museum*. BCS Learning and Development Ltd. Published. <https://doi.org/10.31235/osf.io/d8q2c>

Kadirjonovich Atamuratov, R. (2020). The importance of the virtual museums in the educational process. *European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences*, 8(2), 89–93. <https://www.idpublications.org/wp-content/uploads/2020/02/Full-Paper-THE-IMPORTANCE-OF-THE-VIRTUAL-MUSEUMS-IN-THE-EDUCATIONAL-PROCESS.pdf>

Kuznik, L. (2008). The Concept of Children’s Museum in Virtual Learning Environment. *The International Journal of the Inclusive Museum*, 1(1), 53–60.

<https://doi.org/10.18848/1835-2014/cgp/v01i01/44296>

VX Designers: Skills learners develop as exhibition curators. (n.d.). Logopsycom. Retirado a 10 de maio de 2021, de <https://logopsycom.com/vx-designers-using-exhibition-to-support-learners-with-slds/>

VX Designers: Using exhibition to support learners with SLD’s. (n.d.). Logopsycom. Retirado a 10 de maio de 2021, de <https://logopsycom.com/vx-designers-using-exhibition-to-support-learners-with-slds/>

Torres Martín, C., Acal, C., el Homrani, M., & Mingorance Estrada, N. (2021). Impact on the Virtual Learning Environment Due to COVID-19. *Sustainability*, 13(2), 582.

<https://doi.org/10.3390/su13020582>

MuseumNext. (2020, October 17). Is the future of museums online and what might a virtual museum look like? <https://www.museumnext.com/article/is-the-future-of-museums-online/>

Martinez, C. (2021, June 17). How to Make Museums More Accessible for People with Disabilities? *Inclusive City Maker*. <https://www.inclusivecitymaker.com/how-to-make-museums-more-accessible-for-people-with-disabilities/>

What Is Specific Learning Disorder? (n.d.). Web Starter Kit. Retirado a 3 de agosto de 2021, de <https://www.psychiatry.org/patients-families/specific-learning-disorder/what-is-specific-learning-disorder>

Jeffs, T. (2009). Virtual Reality and Special Needs. ERIC, 253–268.

Bakshio, K., R. (2021). How to Engage Learners in a Virtual Learning Environment? Shift in Paradigm Due to Covid-19. Amazon Digital Services LLC – KDP Print US.

Becker Nunes, F., Zunguze, M., Hannel, K., Ferreira Antunes, F. (2019). Analysis of Users in an Immersive Environment for Teaching Science. In *Virtual Reality in Education: Breakthroughs in Research and Practice* (pp. 1-25).

Boboc, M., Koc, S. (2019). *Student-Centered Virtual Learning Environments in Higher Education*. United States of America: IGI Global.

Cecil, J., Ramanathan, P., Mwavita, M. (2013). Virtual Learning Environments in engineering and STEM education. 2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), 502-507.

Dalgarno, B., Lee, M. J. W. (2010). What are the learning affordances of 3D virtual environments? *British Journal of Educational Technology*, 4(1), 10-32.

Daniela, L. (2020). Virtual Museums as Learning Agents. *Sustainability*, 12(7), 1-24.

Franks, C. P., Bell, A. L., Trueman, B. R. (2016). *Teaching and Learning in Virtual Environments: Archives, Museums, and Libraries*. Santa Barbara, California: Libraries Unlimited

Hawkey, R. (2004). *Learning with Digital Technologies in Museums, Science Centres and Galleries*. King's College, London.

Ismael, D., Al Abdullatif, A. M. (2016). The Impact of an Interactive Virtual Museum on Students' Attitudes Toward Cultural Heritage Education in the Region of Al Hassa, Saudi Arabia. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 11(04), 32-34.

Mamur, N., Özsoy, V., Karagöz, İ. (2020). Digital learning experience in museums: Cultural readings in a virtual environment. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 7(2), 335-350.

Nikoletta, Z. et al. (2008). Virtual Reality and Museum: An Educational Application for Museum Education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 3(1), 89-95.

Paliokas, I. (2008). Implementation of Virtual Museums for School Use. *International Journal of the Inclusive Museum*, 1(1), 11-20.

Qian, Y. (2018). *Integrating Multi-User Virtual Environments in Modern Classrooms*. United States of America: IGI Global.

Yang, D., Baldwin, S.J. (2020). Using technology to support student learning in an integrated STEM learning environment. *International Journal of Technology in Education and Science (IJTES)*, 4(1), 1-11.

Pescarin, S. (2014), Museums and Virtual Museums in Europe: Reaching Expectations, *Science Research and Information Technology*, Vol 4/Issue 4, 131-140.

Carrozzino, M. & Bergamasco M. 2010, Beyond virtual museums: Experiencing immersive virtual reality in real museums, *Journal of Cultural Heritage*, 11, 452-458.

Henriques, R. (2004) *Memória, museologia e virtualidade: um estudo sobre o Museu da Pessoa*, Dissertação apresentada na Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Geografia para a obtenção do grau de mestre em Museologia, 43-74.

Henriques, R. (2018), Os museus virtuais: conceito e configurações, *Cadernos de Sociomuseologia*, Vol. 55/n.º 12, 53-70.

The British Museum. (2021). Retirado a 22 de setembro de 2021, de <https://www.britishmuseum.org/collection>.

Musei vaticani, Virtual tours. (2021). Retirado a 22 de setembro de 2021, de <https://www.museivaticani.va/content/museivaticani/en/collezioni/musei/tour-virtuali-elenco.html>.

Louvre Museum Official Website. (2021). Retirado a 22 de setembro de 2021, de <http://www.louvre.fr/en?visites-en-ligne>.

Visit the museum as you have never done before! | Fundació Gala - Salvador Dalí. (2021). Retirado a 22 de setembro de 2021, de <https://www.salvador-dali.org/en/museums/dali-theatre-museum-in-figueres/visita-virtual/>.

Museu Calouste Gulbenkian (2021). Retirado a 22 de setembro de 2021, de <https://gulbenkian.pt/museu/visita-virtual/>.

Lepouras, G. & Vassilakis, C. (2005), Virtual museums for all: employing game technology for edutainment, *Virtual Reality*, 8, 96-106.

Dragicevic, M & Bagaric, A. (2019), Virtual Technology in Museums and Art Galleries Business Practice – The Empirical Research, 7<sup>th</sup> International OFEL Conference on Governance, Management and Entrepreneurship Embracing Diversity in Organisations – Dubrovnik, April 2019, 175-183.

Adedoyin, O. B., & Soykan, E. (2020). Covid-19 pandemic and online learning: The challenges and opportunities. *Interactive Learning Environments*, 0(0), 1–13. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1813180>

Bri, D., García, M., Coll, H., & Lloret, J. (2009). A Study of Virtual Learning Environments. *WSEAS Transactions on Advances in Engineering Education*, 33–43.

Britain, S., & Liber, O. (2012). A framework for pedagogical evaluation of virtual learning environments. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00696234>

Dillenbourg, P., Schneider, D., & Synteta, P. (2007). *Virtual Learning Environments*. 18.

Li, C., & Lalani, F. (2020). The COVID-19 pandemic has changed education forever. This is how. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2020/04/coronavirus-education-global-covid19-online-digital-learning/>

Maltby, A., & Mackie, S. (2016). Virtual learning environments – help or hindrance for the ‘disengaged’ student? *ALT-J*, 17(1), 49–62.

<https://doi.org/10.1080/09687760802657577>

McBurnie, C. (2020). The use of virtual learning environments and learning management systems during the COVID-19 pandemic.

<https://doi.org/10.5281/ZENODO.3805843>

Puzhevich, V. (2020). The Use Of Virtual Learning Environment In Education | SCAND Blog. SCAND. <https://scand.com/company/blog/the-use-of-virtual-learning-environment-in-education/>

Mons, N., Tricot, A., Chesne, F., Botton, H. (2020) ‘Numérique et apprentissages scolaires : dossier de synthèse (the digital and school education: study report)’.

Available at: <http://www.cnesco.fr/fr/numerique-et-apprentissages-scolaires/contributions-thematiques-du-dossier-numerique/>

OECD (January 4<sup>th</sup>, 2006) ‘Glossary of statistical terms: Digital divide’. Available at: <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=4719>

Tellier, M. (31/05/2020) ‘La fracture numérique n’épargne pas les jeunes (the digital divide does not spare youth’, FranceCulture.Fr. Available at:

<https://www.franceculture.fr/numerique/la-fracture-numerique-nepargne-pas-les-jeunes>

Tricot, A and Chesné, J.-F. (2020). ‘Numérique et apprentissages scolaires : rapport de synthèse (the digital and school education: synthesis report)’. Paris: Cnesco.

Vodoz, L. (2010) ‘Fracture numérique, fracture sociale : aux frontières de l'intégration et de l'exclusion (Digital gap, social gap: sitting on the boundaries of integration and exclusion)», Sociologies [Online]. Available at :

<http://journals.openedition.org/sociologies/3333>



SREDNJA  
ŠKOLA  
IVANEC



Escola Profissional de Espinho



Cofinanciado pelo  
Programa Erasmus+  
da União Europeia

Este projeto foi financiado com o apoio da Comissão Europeia. Esta publicação reflete apenas a opinião do autor, e a Comissão não pode ser responsabilizada por qualquer uso que possa ser feito da informação nela contida.

Número do projeto: 2020-1-FR01-KA226-SCH-095602

Esta obra está protegida por uma Licença Internacional Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0. Para consultar uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>