

# **Acessibilidade em MOOCs: Análise da representação de imagens para pessoas com deficiência visual em MOOCs da área de ciências biológicas**

Rosiane Barbosa <sup>3</sup>Albuquerque de Lima <sup>1</sup>, Camila Dias de Oliveira <sup>2</sup>, Ellen Francine

## **Abstract**

*MOOCs have become an important educational source for an increasingly large number of people. Still, it is necessary to analyze how these platforms embrace inclusive education, once one of their pillars is open education to everyone. The goal of this research was to evaluate MOOCs to find inclusive educational strategies for blind learners, especially in biological sciences, whose learning process is largely related to images and diagram analysis. The courses have been evaluated through an accessibility checklist and the sorting of still images in the videos. It was observed that, even with well established accessibility guidelines, there is still the need of improvement, especially when it comes to the user experience of these courses.*

## **Resumo**

*Os MOOCs têm se tornado uma fonte importante de acesso à educação para um público cada vez maior. Mesmo assim, ainda se faz necessário analisar como as plataformas abarcam a educação inclusiva, visto que um de seus pilares é a educação aberta a todos. O objetivo deste trabalho foi verificar MOOCs para encontrar estratégias inclusivas para alunos cegos, especificamente na área de ciências biológicas, cujo processo de aprendizagem se dá em grande parte pela análise de diagramas e figuras. Os cursos foram analisados por meio de um checklist de acessibilidade e categorização das imagens estáticas nos vídeos. Foi verificado que, mesmo com diretrizes de acessibilidade bem estabelecidas, ainda há necessidade de melhoria, especialmente se tratando do design de experiência desses cursos.*

<sup>1</sup>Pós-Graduando(a) em Computação Aplicada à Educação, USP, rosiane.lima@usp.br.

<sup>2</sup>Camila Dias de Oliveira, USP, camila\_oliveira@usp.br

<sup>3</sup>Ellen Francine Barbosa, USP, francine@icmc.usp.br.

## 1. Introdução

A aprendizagem é um processo multifacetado, e é comprovado por estudos na área de neurociências na educação que os alunos diferem na forma que percebem e compreendem o conteúdo que é apresentado [Nunes, 2015]. Por isso, é importante que se saiba que é necessário oferecer uma gama de opções de mídia e formas de apresentação de conteúdos para abarcar uma grande diversidade de alunos, o que seria a proposta do Desenho Universal de Aprendizagem (DUA) [Bock, 2018].

As tecnologias digitais da informação e comunicação podem ter um importante potencial para facilitar que o desenho universal seja incorporado, especialmente nos ambientes virtuais de aprendizagem. É muito importante que os recursos tecnológicos sejam “qualitativamente acessíveis, não como forma de concessão aos grupos, mas como direito de todos/as.”, como evidencia Silva (2015).

Dentro deste escopo, se faz necessário buscar diferentes estratégias e alternativas para que o direito à educação seja de fato uma realidade para todos os que buscam obtê-la, independente de quaisquer limitações ou deficiências. Estudos que buscam compilar e obter dados sobre estratégias e possibilidades de acesso à educação são muito importantes para compreender os paradigmas educacionais atuais e possibilidades de melhoria, e é esse o propósito deste estudo.

O presente trabalho pretende coletar dados de cursos *online* oferecidos de forma aberta e massiva, chamados de *Massive Open Online Courses* (MOOCs) e compreender se estes, por se caracterizarem dessa forma, podem ser considerados inclusivos para deficientes visuais, especificamente na área de ciências biológicas e da natureza.

## 2. Fundamentação teórica

O conceito de inclusão tem assumido cada vez mais relevância no contexto educacional contemporâneo. Contudo, a discussão não é necessariamente recente. As iniciativas de debate sobre a necessidade de construção de estratégias para garantir a educação para pessoas com deficiência data de pouco mais de quatro décadas, tendo sua primeira menção na Declaração dos Direitos das Pessoas Deficientes, em 1975 pela Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas. O sexto artigo menciona o direito de pessoas com deficiência a “educação, treinamento vocacional e reabilitação”. Não há necessariamente postulações específicas de processos educacionais nessa declaração [UNESCO, 1975].

Em relação a discussão sobre educação inclusiva, pode-se mencionar a Conferência de Jomtien [UNESCO, 1990], na qual é preconizada a Declaração Mundial sobre Educação para Todos. O terceiro artigo da supracitada declaração aborda a universalização do acesso à educação e promoção da equidade. Nele, há o compromisso de minimizar desigualdades sociais, étnicas, raciais, linguísticas, de gênero, dentre tantos outros aspectos que possam promover desigualdade no acesso à educação básica. Esse artigo também trata sobre as necessidades básicas de aprendizagem de pessoas com deficiência, em que “é preciso tomar medidas que garantam a igualdade de acesso à educação aos portadores de todo e qualquer tipo de deficiência, como parte integrante do sistema educativo” [UNESCO, 1990].

Indo ao encontro dos mesmos ideais, pode-se citar também a Declaração de Salamanca [UNESCO,1994], que postula novamente uma série de diretrizes e declarações das Nações Unidas sobre equalização de oportunidades para pessoas com deficiências. A Conferência de Jomtien e a Declaração de Salamanca foram importantes marcos para o início da discussão do acesso à educação por essas pessoas. Dentro do histórico de movimentos sociais internacionais voltados a pessoas com deficiência das últimas quatro décadas, pode-se evidenciar pelo menos uma dezena de outros eventos importantes [Rogalski, 2010]. Dessa forma, entende-se que as discussões sobre acessibilidade na educação têm sido um ponto de interesse para os princípios da Educação 4.0.

A Educação 4.0, em conjunto com o conectivismo, tem originado discussões avessas às premissas da educação tradicional, conteudista e descontextualizada. A revolução tecnológica, o aprendizado de linguagem computacional, o advento da realidade estendida nas salas de aula têm mostrado outros paradigmas do pensar educação, muito mais voltado à prática e resolução de problemas, do que necessariamente no aprendizado de conceitos teóricos [Führ, 2018].

É muito importante, porém, desenredar as práticas educacionais tecnológicas que têm surgido, a fim de que não haja ambiguidade na compreensão de seus reais objetivos e no contraste de suas consequências na prática. Há inovações que podem trazer benefícios e mudanças nas práticas educacionais contemporâneas, porém há também práticas maquiadas de novidades disruptivas que mantêm em seu cerne metodologias tradicionais e instrutivas.

Um exemplo desse movimento são os cursos ministrados à distância (EaD), que auxiliam na democratização do acesso à educação, quebrando barreiras geográficas, temporais e socioeconômicas, porém pecam nas práticas pedagógicas, especialmente pela tentativa de transpor o ensino presencial para o ensino *online*. Essa transposição é feita sem a cautela do tratamento dos recursos pedagógicos que esse tipo de mídia deve possuir, com pouca ou nenhuma atuação de profissionais como designers instrucionais ou editores de *e-learning* [Clementino, 2010].

De acordo com uma análise realizada por Ferreira (2013), algumas causas de evasão de cursos ministrados à distância são falta de apoio docente, problemas com o projeto pedagógico e infraestrutura pedagógica. Nessa mesma linha, pode-se também referenciar os MOOCs, cursos online que evoluíram da proposta de educação a distância, que também têm níveis consideráveis de desistência [Camponez, 2017].

## **2.1 Massive Open Online Courses (MOOCs)**

MOOC é um acrônimo em inglês para *Massive Open Online Courses*, que em tradução literal significa Cursos Online Abertos e Massivos. Como o nome sugere, são cursos organizados para uma quantidade grande de alunos em um ambiente *online*.

Seu embasamento advém da teoria conectivista de George Siemens, que avalia que as gerações contemporâneas não estão mais adaptadas à estrutura de ensino-aprendizagem em que um professor apresenta conteúdos de forma expositiva [Souza, 2016].

De acordo com Matta (2013) há quatro tipos de atividades em um MOOC: agregação, remixagem, reaproveitamento e retroalimentação. A agregação tem relação aos recursos, em que o participante tem acesso a uma ampla gama de *inputs* instrucionais, tais como leitura e vídeos. A remixagem e reaproveitamento estão relacionados às aplicações práticas e discursivas dos conteúdos apresentados. Na retroalimentação, os participantes do curso compartilham seus trabalhos produzidos em uma grande rede, uma vez que os cursos têm dimensão global.

Em relação ao design pedagógico, os MOOCs podem ser caracterizados por dois tipos, os cMOOCs e os xMOOCs [Siemens, 2013]. Os cMOOCs, também chamados de MOOCs conectivistas, têm seu aporte central na autonomia dos alunos participantes e a possibilidade de trocas de conhecimentos facilitada por tecnologia. Comumente, os próprios alunos definem seus objetivos e todos os indivíduos da rede colaboram uns com os outros em discussão e compartilhamento de conhecimento [Dawson, 2015].

O design instrucional de um xMOOC é mais pautado pela abordagem tradicional de ensino, no qual o estudante acessa as informações e realiza avaliações somativas. É uma abordagem mais pautada no processo behaviorista e tem como grandes representantes as plataformas Coursera e edX [Andrade, 2016].

Independentemente do design instrucional dos cursos, os MOOCs são um reflexo de uma mudança estrutural na sociedade, e dentre tantos fatores que corroboram com essas mudanças, podemos destacar o fato de que as pessoas estão cada vez mais em busca de alternativas à educação formal e acesso ao conhecimento de forma rápida, com custos mínimos e atingível. A relação com a obtenção de informação e conhecimento tem mudado consideravelmente nas últimas décadas com o advento da internet.

Um artigo publicado no New York Times em 2012, *The Year of the MOOC*, ou O Ano do MOOC, em tradução literal [Pappano, 2012] retrata alguns parâmetros do crescimento do acesso a esse tipo de plataforma. A autora dá o exemplo da plataforma Coursera, que em apenas 11 meses de existência chegou a 1.7 milhões de usuários, crescendo a uma taxa mais rápida que a rede social Facebook.

Outro artigo no New York Times publicado no ano de 2020, *Remember the MOOCs? After Near-Death, They're Booming*, ou Lembra-se dos MOOCs? Depois de uma quase-morte, eles estão bombando, em tradução literal, [Lohr, 2020] mostra que depois de 7 anos de seu ápice em popularidade, os MOOCs tiveram uma grande perda de acessos e alta evasão, porém, com a pandemia do novo coronavírus modificando a rotina de pessoas em caráter mundial, muitos voltaram a se interessar pelo modelo e sentir necessidade de adquirir novos conhecimentos. A plataforma Coursera, por exemplo, teve um aumento de 10 milhões de usuários entre os meses de março e maio de 2020.

Não há equívocos de que os MOOCs têm um propósito de democratização do acesso ao conhecimento, porém há ainda um caminho longo a se percorrer em relação à inclusão de camadas da sociedade menos favorecidas. Um exemplo é o fato de que uma grande parte dos cursos, apesar de terem seu acesso gratuito, exigem o pagamento de uma taxa para emissão de um certificado.

Como os MOOCs têm um apelo muito importante na educação superior e habilidades técnicas, o pagamento de taxas pode ser um problema na conclusão dos cursos. Mesmo com uma grande quantidade de inscritos, há indícios de que há uma taxa de concluintes baixa. Por exemplo, o curso “*Introduction to Solid State Chemistry*” do edX, apenas 1.7% dos montante de alunos inscritos, aproximadamente 30 mil, completou o curso para a obtenção do certificado [Open Culture, 2013].

Outras barreiras de acesso aos MOOCs também estão relacionadas ao acesso à internet. A pesquisa TIC Domicílios (2019) aponta que 26% da população brasileira não tem acesso à internet. Uma premissa dos MOOCs é a questão dos cursos ministrados de forma *online*, demandando alta qualidade de banda larga, o que pode ser também um impeditivo em mais uma parcela da população que não tem acesso a esse serviço.

Há também muitas questões no que se diz respeito à acessibilidade dos MOOCs. No artigo escrito por Park (2016), intitulado *Are MOOCs really open to everyone?* ou Os MOOCs são realmente abertos a todos?, em tradução literal, há uma análise de como o desenho universal de aprendizagem é incorporado em plataformas MOOC relevantes. Foi identificado que essas plataformas não lidam de forma satisfatória com a problemática de acessibilidade e desenho universal para pessoas com deficiências, como o acesso a esses cursos por pessoas cegas, por exemplo.

## **2.2 Desafios do estudante cego ou com visão subnormal**

A deficiência visual pode ser definida como uma limitação no campo visual, desde a cegueira total até a baixa visão, ou visão subnormal, afetando diversas formas de percepção visual, tais como tamanho, cor e dimensão [Lázaro, 2009].

Retomando Lázaro (2009) a deficiência visual pode trazer impeditivos no processo educativo de um estudante, em qualquer etapa, especialmente pela falta de recursos materiais de adaptação e pessoal capacitado para auxiliar na aprendizagem desses alunos. Há também de se citar as dificuldades afetivo-emocionais de estudantes com baixa visão, especialmente relacionado à sua construção de identidade e falta de clareza e entendimento de como enxergam o mundo.

Em relação à interação de estudantes cegos ou com visão subnormal em um contexto de educação básica, há a necessidade de trazer a perspectiva de interação em escolas especiais e escolas regulares, que não é bem esclarecida. Vygotsky contribuiu fortemente sobre a educação de crianças com deficiência, argumentando que uma educação dessas crianças de maneira isolada poderia restringir seu desenvolvimento [Maciel, 2007].

Na educação superior, dois principais fatores permeiam os obstáculos de estudantes com deficiência visual. O primeiro deles se refere às relações, primeiramente a maneira discriminatória com que são tratados por colegas e professores, além do desinteresse no investimento de trabalho pedagógico para esses alunos. O segundo se refere a obstáculos arquitetônicos, ou seja, à escassez de adequação física e barreiras que prejudicam a locomoção segura do aluno cego pelas dependências da instituição [Selau, 2017].

Em relação à educação superior, pode-se claramente evidenciar os recursos tecnológicos diversos como alternativas viáveis para suprir as necessidades de um aluno com cegueira ou visão subnormal. Raposo (2006) identifica que tecnologias diversas disponibilizadas para alunos cegos facilitam sua aprendizagem, favorecendo sua independência.

A premissa da educação superior à distância, apesar de todas as problemáticas citadas, pode ajudar esses alunos em sua interação com professores e colegas, possivelmente minimizando impressões danosas e discriminatórias, dá a possibilidade de abertura de um leque de recursos tecnológicos inclusivos, mais autonomia ao aluno e remoção das barreiras arquitetônicas.

Há diversos exemplos de ações voltadas a estudantes com deficiência no ensino superior, por exemplo, por meio de tutores especiais e a criação de sistemas de apoio. Pode-se mencionar o sistema de apoio da Universidade de Brasília, que gerou oportunidades de acessibilidade a pessoas cegas no ensino superior e que facilitou a aprendizagem de conceitos científicos [Raposo, 2006].

O entendimento de conceitos científicos, especialmente das áreas de Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias, pode caracterizar dificuldade considerável para qualquer estudante, especialmente porque requerem capacidades de abstração e utilizam métodos que dependem de acervos visuais em grande quantidade.

### **2.3 Análise de diagramas na área de Ciências da Natureza**

O uso de imagens concomitantemente com textos verbais é uma premissa muito significativa em diversas áreas do conhecimento, sobretudo na área de ciências naturais, desde a educação básica até a educação superior. Essas imagens podem ser representações de fenômenos naturais, esquemas de reações químicas complexas, mapas de incidência epidemiológica, diagramas anatômicos, dentre tantos outros exemplos.

Pode-se afirmar que não há ensino de ciências naturais e trabalho do conhecimento científico sem a utilização singular de imagens como uma ferramenta de diálogo. Matos (2010) afirma que “embora os filósofos, historiadores e sociólogos da ciência tenham considerado a escrita como a parte central da atividade científica, na verdade, o foco de muitas atividades de laboratório não é o texto, mas as imagens”.

Há de se compreender que um estudante de ciências naturais cego ou com visão subnormal pode ser amplamente prejudicado em sua aprendizagem, caso não exista uma

alternativa para a representação das imagens tão utilizadas e importantes nesta área do conhecimento.

É importante também ressaltar que, apesar da descrição textual de uma imagem ser uma alternativa de localizar um estudante cego em seu processo de aprendizagem, são necessárias muitas palavras para representar uma ilustração, e há alguns conceitos científicos que não poderiam ser amplamente explorados pela descrição textual, como por exemplo o conceito de luz e sombra, ou a formação de um arco íris [Adam, 2012].

O uso de modelos bidimensionais ou tridimensionais representativos de imagens estáticas unidimensionais pode ajudar a capacidade de alunos cegos de memorizar e assimilar informações, e pode ser um apoio importante para o processo de ensino-aprendizagem. O material concreto pode reduzir a abstração e as exposições verbais [Castro, 2015].

Em contrapartida, Batista (2005) infere que há um movimento de engrandecimento do que uma imagem ou diagrama representam na aprendizagem de um conceito, e que essa aprendizagem só se dá pela integração dos sistemas sensoriais tanto quanto os cognitivos, como atenção e memória.

Além disso, com relação a elementos representacionais e diagramas explicativos de sistemas, pode haver entre alunos uma confusão entre uma imagem representando um elemento simbólico e uma imagem que representa uma realidade esquematizada [Rocha, 2016]. A autora ainda adverte que, apesar de recursos visuais serem muito importantes para a aprendizagem de conceitos, o seu uso acrítico e impensado pode se tornar um obstáculo, em vez de um facilitador.

Mesmo assim não podemos negar ou destituir a importância da imagem como recurso para contribuir na constituição de ideias científicas, sua contextualização e conceitualização. O estudo de fenômenos naturais pode ser mais facilmente compreendido quando representado por imagens, desde que utilizadas com o devido embasamento teórico-científico [Diniz, 2019].

Daí vem a necessidade de discussão da complexidade e delicadeza na utilização de recursos imagéticos para a aprendizagem de conceitos. Agregando essa problemática com a escolha cautelosa de possibilidades para compreensão de conceitos abstratos científicos para alunos com deficiência visual, são necessários estudos para que mais soluções, cada vez mais diversas, se manifestem em prol do estudante [Diniz, 2019].

Claramente há muito o que se discutir e pensar da aprendizagem do aluno com deficiência visual nas áreas de ciências da natureza. No cerne da educação básica, pode-se fazer uma análise empírica de que há recursos melhor desenvolvidos para lidar com as especificidades do processo de ensino-aprendizagem de alunos cegos em assuntos de ciências da natureza e análise de diagramas. Pode-se elencar a representação em alto relevo como uma possibilidade melhor sucedida [Silva, 2014 e Ribeiro, 2019], além do uso de outros recursos de tecnologia assistiva, que são recursos digitais ou não que melhorem a qualidade de vida e experiências de pessoas com deficiência [Gasparetto, 2012].

No ensino superior, pode-se verificar algumas semelhanças na percepção dos recursos de tecnologia assistiva como importantes sob a ótica dos estudantes. Em um estudo conduzido por Voos (2013), alunos cegos de um curso superior de fisioterapia foram entrevistados sobre suas impressões nos processos pedagógicos. Esses alunos revelaram que a tecnologia assistiva, as interações sociais e de linguagem foram mais importantes na aprendizagem de conceitos de ciências da natureza do que necessariamente recursos materiais. Isso corrobora com a tese anteriormente apresentada de que recursos tecnológicos são mais interessantes para um aluno do ensino superior de um curso voltado às ciências naturais para a compreensão de conceitos e interação.

#### **2.4 Recursos tecnológicos como aliados do aluno cego**

De acordo com uma pesquisa com entrevistas de adultos cegos realizada por Nunes (2014), os cinco recursos de tecnologias assistivas mais utilizados por essas pessoas são leitores de tela, computadores, celulares, bengala e audiodescrição. As três tecnologias mais citadas (leitores de tela, computadores e celulares) são pertencentes à área da comunicação e informação. O leitor de tela, nessa pesquisa, foi citado por todos os respondentes, e o autor evidencia a inclusão digital e relevância que essa tecnologia tem nas vidas dessas pessoas.

Pessoas cegas desenvolvem processos compensatórios do sentido da visão, utilizando outros sentidos, como o tato e a audição. O tato permite que a pessoa cega tenha um contato direto com o mundo ao seu redor, mas a audição tem sido bastante explorada como o sentido mais apropriado para contribuir para a experiência de pessoas cegas utilizando tecnologias digitais. Um dos cinco recursos de tecnologia assistiva citados pelo estudo de Nunes foi a audiodescrição, que propicia a pessoas cegas o acesso a conteúdos visuais [Ulbricht, 2011].

Em contextos educacionais, a audiodescrição pode ser um recurso importante, apesar de, ao contrário de leitores de tela, serem recursos desenvolvidos manualmente. Ambos os recursos podem ser adaptados e incorporados em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA). O Núcleo de Educação a Distância da UNESP, por exemplo, produz materiais de cursos EaD com audiodescrição, Libras e legendas [Rios, 2016].

Os MOOCs também poderiam oferecer uma oportunidade vantajosa aos alunos com deficiência visual, tanto para complementar seus estudos formais quanto para dar oportunidades de ampliação da aprendizagem. Como já mencionado, há ainda barreiras na arquitetura das plataformas de MOOC, tais como falta de compatibilidade com leitores de tela ou falta de suporte para navegação por teclado [Królac, 2017].

Além disso, existe a possibilidade de que produtores de conteúdo para MOOCs não consigam abarcar a diversidade de estudantes que acessam seus cursos, o que esbarra no conceito do que significa a palavra *abertos*, presente no acrônimo MOOC. A problemática apresentada neste trabalho é na compreensão de como as plataformas de

MOOC e produtores de conteúdo podem buscar estratégias pedagógicas e recursos para potencializar o processo de aprendizagem de um estudante com deficiência visual.

O grande ponto de interesse é o estudo em MOOCs das áreas de ciências da natureza, ou também ciências biológicas, tendo em vista que essas áreas possuem em seu cerne uma grande quantidade de aproveitamento de recursos imagéticos, como já mencionado. Isso se apresenta como um grande desafio para estudantes com deficiência visual, porque se não há estratégias de audiodescrição de imagens e diagramas, mesmo que de forma incorporada nos materiais didáticos de um curso, sua aprendizagem pode ser potencialmente comprometida.

O objetivo geral deste trabalho é realizar um estudo de caso de uma plataforma MOOC para analisar os vídeos e materiais digitais de MOOCs da área de ciências da natureza ou ciências biológicas, especificamente em relação aos diagramas mostrados, e identificar se há estratégias de adaptação para a compreensão dos diagramas supracitados por alunos cegos ou com visão subnormal.

### **3. Metodologia**

#### **3.1 Problema de Pesquisa**

A visualização e interpretação de diagramas, gráficos, ilustrações e esquemas é uma parte importante do ensino de ciências biológicas. Essa especificidade pode ser um potencial impeditivo na aprendizagem de conceitos por pessoas cegas ou com visão subnormal, caso não haja adaptações. Há algumas possibilidades de adaptações de imagens e diagramas para pessoas cegas em materiais impressos, tais como a impressão em alto relevo, porém as possibilidades de adaptação podem ser mais complexas em materiais virtuais e em videoaulas em MOOCs, por exemplo. Assim, a questão de pesquisa do presente trabalho foi: “Quais são as estratégias de adaptação para a compreensão de imagens e diagramas por alunos com deficiência visual em MOOCs na área de ciências biológicas?”

#### **3.2 Design da pesquisa**

Para uma avaliação ampla e completa dos cursos avaliados, houve a necessidade de inscrição como aluno regular na plataforma. A plataforma escolhida para análise foi a edX, tendo em vista que sua estrutura conta com um menu de seleção de cursos especificamente relacionados à área de ciências biológicas e ciências da natureza. Além disso, o edX é uma plataforma gratuita de acesso aos conteúdos do curso para análise e tem uma política de acessibilidade bem estabelecida.

Os critérios de escolha dos temas dos cursos foram embasados nos componentes curriculares mínimos para os cursos superiores de ciências biológicas, de acordo com o Conselho Federal de Biologia (CFBIO) em seu parecer nº 01/2010 [BRASIL, 2010]. Foram escolhidos componentes curriculares que, em suas especificidades, demandam a interpretação de diagramas e uso da visão de forma integral para compreensão dos conceitos.

As áreas selecionadas dentro do escopo de ciências biológicas foram as seguintes: ciências morfológicas; microbiologia, imunologia e parasitologia; bioquímica; biofísica;

biologia molecular; fisiologia; genética e evolução; zoologia; botânica e microorganismos. Foram utilizados os seguintes filtros para a busca de cursos: *Biology & Life Sciences* (Biologia e Ciências da Vida, em tradução literal) e *Available now* (Disponível agora, em tradução literal). Foram encontrados 30 cursos disponíveis para análise dentro dos filtros de seleção e pertencentes a um dos tópicos supracitados. Todos os 30 cursos foram avaliados neste estudo.

O estudo de caso e análise dos cursos contou com duas etapas, um checklist de acessibilidade e uma classificação das imagens e diagramas apresentados nos vídeos dos cursos.

### 3.3 Checklist de acessibilidade

O checklist de acessibilidade foi estruturado com base nas diretrizes WCAG 2.1 (*Web Content Accessibility Guidelines*, Diretrizes de Acessibilidade de Conteúdo Web, em tradução livre). Essas diretrizes foram inicialmente elaboradas em 1999, pelo grupo de trabalho do WAI (*Web Accessibility Initiative*), proveniente do comitê W3C (*World Wide Web Consortium*). O objetivo das diretrizes é de fornecer a garantia de acessibilidade de conteúdos da internet a pessoas com deficiência, e até hoje se consolidam como a principal referência de acessibilidade na Web [Bach, 2009].

O princípio utilizado como referência nas diretrizes do WCAG 2.1 para construção do checklist, foi o princípio *Perceivable*, ou Perceptível. O princípio Perceptível, o primeiro apresentado nas diretrizes, pressupõe que as informações e componentes de interface de usuário devem ser apresentadas de uma forma que os usuários possam percebê-la. Está dividido em quatro diretrizes, a saber: alternativas textuais para conteúdo não textual; fornecimento de mídias com base em tempo; criação de conteúdo adaptável, que pode ser apresentado de diferentes maneiras; criação de conteúdo discernível [WCAG, 2018].

A plataforma edX também possui uma política bem estabelecida de acessibilidade para os produtores de conteúdo. De acordo com a plataforma, as políticas de acessibilidade dos conteúdos publicados também estão em concordância com o WCAG 2.1, a partir da data de 11 de agosto de 2020 [edX,2020]. O site também conta com um guia de melhores práticas para os produtores de conteúdo [edX, 2020], que também foi consultado para a elaboração do checklist deste trabalho.

O checklist foi estruturado em um formulário *online*, e preenchido antes, durante ou após a visualização dos conteúdos do curso, a depender da especificidade do item. O checklist também passou por um processo de validação por especialistas da área. A lista abaixo relaciona os itens avaliados no checklist de acessibilidade.

#### 3.3.1 Inclusão de dados gerais do MOOC

- Nome do MOOC
- Duração do curso
- Idioma do curso
- Área do curso
- Quantidade total de vídeos no curso

- Quantidade de vídeos avaliados

### **3.3.2 Perguntas sobre a design instructional do MOOC em conformidade com WCAG 2.1**

- Qual a estratégia de ensino utilizada no curso?
- O curso está bem estruturado, ou seja, existem direções claras do que o aluno deve fazer, a navegação é transparente e fácil de compreender, as unidades estão organizadas de forma consistente, assim como o conteúdo?
- O curso foi projetado para acomodar o maior número de diferenças, por exemplo, suporta indivíduos com diferentes conhecimentos, experiências anteriores, objetivos de aprendizagem e deficiências?
- O curso oferece aos aprendizes uma variedade de mídias para capturar e reter a atenção dos mesmos, tais como vídeos, textos, e-books, filmes, jogos, simuladores, dentre outros?
- Os vídeos são curtos, usados para guiar os alunos nas atividades que devem ser desenvolvidas?
- O número de vídeos com transmissão de conhecimento (aula expositiva) é mínimo?
- Os vídeos possuem quizzes ou questões simples internas que precisam ser respondidas antes de continuar?

### **3.3.3 Checklist de alternativas em conformidade com as diretrizes WCAG 2.1**

- Inclusão de alternativas textuais para conteúdo não textual.
- O curso é desenhado para que possa ser apresentado em diferentes formas, sem perda de informação ou estrutura
- A apresentação padrão do curso é a mais perceptível possível, especialmente na diferenciação de informações em primeiro plano das informações em plano de fundo, visuais e sonoras.
- Para elementos visuais, as fontes são legíveis e há contraste suficiente entre o plano de fundo e o primeiro plano.
- Não há utilização de cor como o único recurso de distinção de elementos.
- Imagens que contêm texto possuem a fonte 14 ou maior.
- Imagens que contêm texto possuem bom contraste com o plano de fundo.
- O áudio não contém sons de fundo.
- Os sons de fundo podem ser desligados.
- Os sons de fundo são no mínimo, 20 db mais baixos que o conteúdo de voz em primeiro plano, com a exceção de sons ocasionais que duram apenas um ou dois segundos.
- Seções, subseções, unidades e componentes do curso são nomeadas apropriadamente, com uma descrição de seu conteúdo
- Quando há uso de imagens (diagramas, mapas, gráficos, ícones), há uma alternativa textual que provê informação equivalente ao conteúdo visual, ou que identifica o propósito do conteúdo não textual

- Se a imagem contém palavras que são importantes para a compreensão do conteúdo, há a inclusão das palavras na alternativa textual
- Se a imagem é utilizada como um link, a alternativa textual deve descrever o destino ou ação que deverá ser performada quando o link é ativado
- Em gráficos, há uma alternativa textual que provê informação equivalente que um estudante vidente obteria ao ver ou analisar o gráfico
- Ações que somente são visíveis, sem um equivalente de áudio, são descritas nos vídeos

### **3.4 Categorização do valor didático das imagens apresentadas nos MOOCs**

As imagens verificadas nos MOOCs analisados são imagens estáticas, que se apresentaram nos vídeos dos cursos, como material de suporte para o apresentador do vídeo. O método de categorização das imagens feito neste trabalho é fiel à categorização de imagens de material didático em outros trabalhos [Coutinho, 2010 e Cursino, 2016].

De acordo com Mayer (2001), imagens de um material didático podem ser classificadas da seguinte forma: decorativas, representacionais, organizacionais e explicativas. As imagens decorativas são compreendidas como ilustrações para interessar o leitor, porém não acrescentam informações. As imagens representacionais são ilustrações que representam um elemento, por exemplo, ao citar um organismo vivo em um livro didático é trazida uma imagem representacional abaixo da citação para ilustrar o organismo em questão.

As imagens organizacionais são comumente ilustrações esquemáticas, por exemplo, um diagrama esquemático do esqueleto humano. As imagens explicativas ilustram esquematicamente como um sistema complexo funciona, por exemplo, um diagrama que explica as etapas do ciclo de Krebs.

Mayer (2001) também explicita que as imagens que possuem valor didático são somente as imagens explicativas e organizacionais. Estas, portanto, foram as imagens contabilizadas e levantadas nos vídeos analisados.

A quantidade de vídeos analisados variou de acordo com sua duração. Cada MOOC teve uma análise dos vídeos equivalente a uma hora, para contabilizar as imagens apresentadas com essa variável controlada, tendo em vista que os MOOCs possuem vídeos de durações diferentes. Em uma hora de análise de cada MOOC já foi possível compreender a estratégia pedagógica dos instrutores e coletar dados de apresentações de diagramas estáticos para comparação e análise.

## **4. Resultados**

O estudo realizado na plataforma MOOC edX trouxe resultados importantes para análise e comprovação da necessidade de discussão para a adaptação de recursos para alunos cegos da área de ciências biológicas ou ciências da natureza.

#### 4.1 Dados gerais dos MOOCs analisados

Foram analisados 30 MOOCs da plataforma edX na área de ciências biológicas e da natureza que correspondiam aos critérios pré-estabelecidos. Foi feita uma análise dos dados gerais do MOOC, a fim de categorizá-los.

A lista a seguir mostra o título de cada curso que foi analisado na plataforma edX no período de maio a setembro de 2020.

- Anatomy: Cardiovascular and urinary systems
- Anatomy: Gastrointestinal, Reproductive and Endocrine systems
- Anatomy: Human Neuroanatomy
- Anatomy: Musculoskeletal and integumentary systems
- AnatomyX: Musculoskeletal Cases
- Biochemistry: Biomolecules, Methods and Mechanisms
- Cell Biology: Mitochondria
- Cellular Mechanisms of Brain Function
- DNA: Biology's Genetic Code
- Essential Human Biology: Cells and Tissues
- Evolution of the Human Sociality: A Quest for the Origin of Our Social Behavior
- Fundamentals of Neuroscience, Part 1: The Electrical Properties of the Neuron
- Fundamentals of Neuroscience, Part 2: Neurons and Networks
- Fundamentals of Neuroscience, Part 3: The Brain
- Graph Algorithms in Genome Sequencing
- Human Anatomy
- Human Reproduction
- Introduction to Animal Behavior
- Introduction to Biology: The secret of life
- La genetica tra scienza, storia e società
- Molecular Biology - Part 2: Transcription and Transposition
- Molecular Biology - Part 3: RNA Processing and Translation
- Nutrition and Cancer
- Nutrition, Exercise and Sports
- Principles of Biochemistry
- Proteins: Biology's Workforce
- The Chemistry of Life
- The Extremes of Life: Microbes and Their Diversity
- Viruses and how to beat them
- Zoologia

Todos os cursos tiveram seu material didático avaliado e a quantidade de vídeos contabilizados. A partir dos dados das páginas iniciais dos cursos foi possível identificar a quantidade de semanas que um aluno levaria para completar o curso. A tabela 4.1 mostra uma síntese dos dados gerais coletados.

**Tabela 4.1: Síntese dos dados gerais dos MOOCs analisados**

<b>Dados analisados</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Quantidade</b>
Total de vídeos no MOOC	entre 10 e 30	6
	entre 20 e 40	4
	entre 40 e 60	7
	60 ou mais vídeos	13
Total de vídeos analisados	entre 1 e 10	16
	entre 11 e 20	14
Idioma do curso	Inglês	27
	Espanhol	0
	Italiano	3
	Português	0
Duração do curso	3 a 5 semanas	11
	6 a 7 semanas	10
	8 a 9 semanas	4
	10 ou mais semanas	5
Área do curso	Ciências morfológicas	11
	Microbiologia, imunologia e parasitologia	1
	Bioquímica	4
	Biofísica	2
	Biologia molecular	2
	Fisiologia	2
	Genética e evolução	4
	Zoologia	3
	Botânica	0
	Microorganismos	1

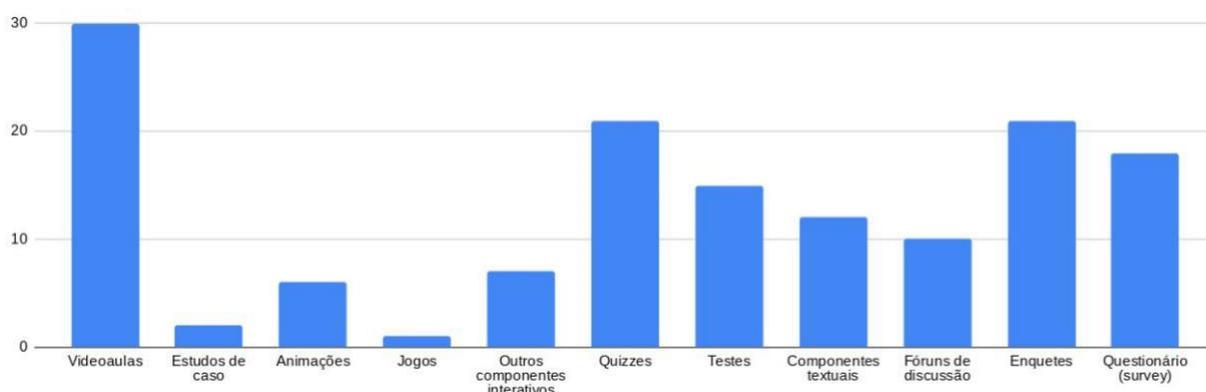
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Os MOOCs analisados têm uma quantidade média de 60 vídeos no total. A quantidade média de vídeos analisados foi de 10. Foi analisado um percentual médio de 16% dos conteúdos apresentados nos vídeos dos cursos. Além dos vídeos analisados, todos os cursos tiveram uma análise de seus outros componentes didáticos, tais como presença de quizzes, componentes interativos, fóruns, entre outros. Os dados dessa análise são mostrados no próximo tópico.

#### **4.2 Análise do Design Instrucional dos MOOCs**

O gráfico 4.2 sintetiza a prevalência de instrumentos utilizados nos 30 MOOCs analisados, tanto instrucionais, quanto de checagem de conceitos aprendidos.

**Gráfico 4.2: Prevalência de instrumentos pedagógicos utilizados nos MOOCs**



Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode-se observar que os únicos instrumentos que apresentaram prevalência de mais da metade dos MOOCs foram as videoaulas, presentes em todos os MOOCs, quizzes e enquetes. Os instrumentos pedagógicos com menor frequência foram os estudos de caso e os jogos. Outros componentes interativos são questionários e exercícios tipo *drag and drop*. Em muitos MOOCs, a possibilidade de acesso aos componentes interativos, quizzes e testes estava restrita aos alunos pagantes.

#### 4.3 Checklist de Acessibilidade em referência às diretrizes WCAG 2.1

A tabela 4.3 sintetiza os resultados do checklist de acessibilidade, que mostra a quantidade de MOOCs que apresentaram as características que um componente virtual deve ter para que esteja em conformidade com as diretrizes WCAG 2.1.

**Tabela 4.4: Resultados do checklist de acessibilidade**

Dado do checklist	Quantidade MOOC com a característica
Alternativas textuais para conteúdo não textual	15
Desenho do curso para apresentação em diferentes formas	13
Apresentação padrão do curso perceptível	15
Fontes legíveis em elementos visuais	16
Evitação do uso de cor como distinção de elementos	15
Fonte 14 ou maior em imagens que contêm texto	16
Imagens com bom contraste com plano de fundo	12
Ausência de sons de fundo	24
Seções, subseções e unidades nomeadas	17
Alternativa textual para imagens	12
Alternativa textual para gráficos	6

Ações visíveis são descritas nos vídeos	8
---	---

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Pode se observar que nenhuma das características analisadas no checklist contemplou todos os cursos. A característica que foi mais observada foi a ausência de sons de fundo nos vídeos, que podem ser músicas de fundo, sons provenientes de animações ou sons de filmagens em ambientes externos. Todos os MOOCs foram gravados em estúdio, sendo que 6 deles continham vídeos em ambientes externos.

Em relação a alternativas textuais para conteúdo não textual, foram considerados os textos com conteúdos explicativos de diagramas. A apresentação do curso de diferentes formas está relacionado a como o conteúdo é apresentado, se há equivalentes textuais para os vídeos e se há outras mídias para representação dos conteúdos trabalhados no curso. Pode-se observar que pouco mais da metade dos cursos apresentou pelo menos mais uma mídia de apresentação de conteúdo.

A apresentação do curso perceptível é relacionada a como as unidades são organizadas. Uma parte dos cursos que não obteve essa marca, se deu pelo fato de que os vídeos não estavam nomeados ou as unidades estavam nomeadas por *semanas* e não pelo título do tópico a ser apresentado. Alguns cursos também não continham descrições do que seria trabalhado nas unidades.

As características que mais chamaram atenção em relação ao checklist foi o tamanho das fontes em grande parte dos vídeos do curso. Muitas imagens, diagramas e conteúdo do plano de fundo dos cursos continha elementos escritos com fonte menor que 14. É importante mencionar também que a transcrição do áudio que aparece ao lado dos vídeos de todos os MOOCs por padrão da plataforma têm fonte tamanho 10.5. Isso pode ser um impeditivo para pessoas que têm baixa visão.

Poucos MOOCs também apresentaram por padrão imagens com bom contraste com o plano de fundo. Muitas vezes, as imagens mostradas apareciam no plano de fundo com o apresentador do curso, o que fazia com que imagens complexas fossem compartimentalizadas em um espaço muito pequeno, sendo um problema para compreensão destas, mesmo com a visualização em tela cheia.

Em relação a alternativas textuais para imagens e gráficos, foi considerado também a explicação dos apresentadores dos MOOCs nos vídeos e os textos contidos antes e depois de imagens em conteúdo textual. Não foi observada nenhuma proposta de audiodescrição ou descrição textual de imagens direcionada a alunos com deficiência visual.

#### **4.4 Categorização do valor didático e análise dos dados obtidos**

O conteúdo de uma hora observado nos vídeos dos MOOCs teve por objetivo compreender a estratégia didática utilizada pelos professores e apresentadores, assim como contabilizar e

categorizar a aparição de imagens estáticas nos vídeos. A tabela 4.4 mostra uma síntese da categorização das imagens estáticas dos vídeos.

**Tabela 4.4: Síntese da categorização de imagens estáticas**

Tipo de imagem	Aparição em média	Aparição por minuto	Maior quantidade	Menor quantidade	Moda
Decorativa	4	1,5	34	0	0
Representacional	22	2,7	66	0	9
Organizacional	29	2	91	2	32
Explicativa	21	2,8	78	2	13

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Em média, em uma hora de conteúdo dos vídeos analisados, foi observado um total de aproximadamente 77 imagens, o que representaria uma imagem a cada um minuto e meio de conteúdo. As imagens sem valor didático representam 34% do total de imagens. Esse dado encontrado difere ligeiramente de uma análise semelhante em livros didáticos de Biologia do ensino médio [Coutinho, 2010], em que a predominância de imagens sem valor didático foi de 45%.

Mesmo assim, é importante considerar, então, que 66% da média das imagens apresentadas nos conteúdos dos vídeos tem valor didático importante. Foi constatado também que em 12 dos 30 MOOCs analisados, os professores orientavam que os alunos notassem aspectos em algumas das imagens mostradas.

## 5. Considerações Finais

Pode-se verificar que não há estratégias de adaptação para a compreensão de imagens e diagramas nos MOOCs analisados. De modo geral, a edição e inclusão de imagens em vídeos e materiais de forma *online* garante possibilidades que não estão presentes em livros didáticos, por exemplo, limitações espaciais e editoriais. Em média, em uma hora de conteúdo de vídeos analisados, foi observado aproximadamente 51 aparições de imagens contendo valor didático, o que representaria uma imagem a cada 70 segundos de conteúdo apresentado. Quando não há estratégias adaptativas para a compreensão destas imagens de maneira integral nos cursos, há uma perda considerável de entendimento de conceitos, especialmente considerando alunos cegos, que consumiriam somente os áudios dos vídeos.

Não foi observado também nenhum aspecto consistente no decorrer das análises dos vídeos em relação às estratégias de explicações das imagens apresentadas. Em alguns momentos os instrutores se referiam às imagens, em poucos momentos as explicavam ou descreviam, mas em grande parte das vezes, as imagens apareciam no pano de fundo dos vídeos reforçando a fala dos instrutores.

Foi verificado também que os cursos contêm poucas estratégias de adaptação para alunos com baixa visão ou visão subnormal. A apresentação padrão da plataforma utiliza fontes pequenas, menores que 14, e um artifício bastante observado para explicação de diagramas

foi a diferenciação de elementos por cores e sombreamento, o que seria um problema para alunos daltônicos, por exemplo.

Uma possível solução para as problemáticas apresentadas seria a implementação mais integralizada do Desenho Universal de Aprendizagem em ambientes MOOC, mesmo se tratando de xMOOCs, com abordagem mais tradicional. Foi observado um movimento para a tentativa de tornar os cursos mais interativos, com a inserção de fóruns em grande parte dos MOOCs analisados, portanto pode-se entender que existe uma tentativa por parte dos desenvolvedores de cursos de trazer perspectivas educacionais mais progressistas.

Como trabalhos futuros sugere-se a realização de estudos em outras plataformas MOOCs semelhantes ao edX, para que haja mais informações sobre o panorama geral dos MOOCs das áreas de ciências da natureza e biológicas em relação às adaptações para alunos com deficiência visual. Outra possibilidade de trabalhos futuros pode ser relacionada à experiência do aluno com as plataformas MOOC, assim como pesquisas em fundações para pessoas com deficiência visual.

## 6. Referências

- [1] NUNES, C.; MADUREIRA, I.. Desenho Universal para a Aprendizagem: Construindo práticas pedagógicas inclusivas. Invest. Práticas, Lisboa , v. 5, n. 2, p. 126-143, set. 2015 .
- [2] BOCK, G. L. K.; GESSER, M.; NUERNBERG, A., Desenho Universal para a Aprendizagem: a Produção Científica no Período de 2011 a 2016. Rev. bras. educ. espec., Bauru , v. 24, n. 1, p. 143-160, Mar. 2018.
- [3] SILVA, S.C.; SOUZA, M. V. Desenho Universal para aprendizagem e MOOCs: uma reflexão preliminar., p. 129-138 . In: Souza, Márcio Vieira de; Giglio, Kamil. Mídias Digitais, Redes Sociais e Educação em Rede: Experiências na Pesquisa e Extensão Universitária. São Paulo: Blucher, 2015
- [4] \_\_\_\_\_. Declaração dos Direitos das Pessoas Deficientes. UNESCO. 1975
- [5] \_\_\_\_\_. Declaração Mundial sobre Educação para Todos: satisfação das necessidades básicas de aprendizagem. UNESCO: Jomtien, 1990.
- [6] \_\_\_\_\_. Declaração de Salamanca e Linha de Ação sobre Necessidades Educativas Especiais. Brasília: Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, 1994
- [7] ROGALSKI, S. M., Histórico do Surgimento da Educação Especial. Revista de. Educação do IDEAU, vol. 5 – nº12, jul – dez 2010. Semestral, 2010
- [8] FÜHR, R., Educação 4.0 e seus impactos no século xxi. Anais V CONEDU. Campina Grande: Realize Editora, 2018.
- [9] CLEMENTINO, A.. Gestão Pedagógica de Cursos em EaD Online. Site Educacional, vol. 5, 2005
- [10] FERREIRA, V. S., Uma modelagem conceitual para apoiar a identificação das causas da evasão escolar em EAD. II Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2013
- [11] CAMPONEZ, L.G.B. Evasão em Cursos Online Abertos e Massivos para formação continuada de docentes de matemática. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Juiz de Fora, 2017
- [12] SOUZA, R.; CYPRIANO, E.F.. MOOC: uma alternativa contemporânea para o ensino de astronomia. Ciênc. educ. (Bauru), Bauru , v. 22, n. 1, p. 65-80, mar. 2016
- [13] MATTA, C. E.; FIGUEIREDO, A. P. S. MOOC: transformação das práticas de aprendizagem. In: Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância, 10., Belém 2013.
- [14] SIEMENS, G.. Massive open online courses: Innovation in education? 2013 Disponível em <[https://oerknowledgecloud.org/sites/oerknowledgecloud.org/files/pub\\_PS\\_OER-IRP\\_CH1.pdf](https://oerknowledgecloud.org/sites/oerknowledgecloud.org/files/pub_PS_OER-IRP_CH1.pdf)>

- [15] DAWSON, S. ; JOKSIMOVIC, S. ; KOVANOVIC, V. ; GASEVIC, D. ; SIEMENS, G. Recognising learner autonomy : Lessons and reflections from a joint x/c MOOC. Proceedings of 37th Annual International Conference of the Higher Education Research and Development Society of Australasia. Melbourne, VIC, Australia, 2015. pp. 117-129
- [16] ANDRADE, M.V.M., Panorama da Aplicação de Massive Open Online Course (MOOC) no Ensino Superior: Desafios e Possibilidades. EaD Em Foco, 6(3), 2016.
- [17] PAPPANO, L. The Year of the MOOC. 2012. Disponível em <<https://www.nytimes.com/2012/11/04/education/edlife/massive-open-online-courses-are-multiplying-at-a-rapid-pace.html>> Acesso em 16 de agosto de 2020.
- [18] LOHR, S. Remember the MOOCs? After Near-Death, They're Booming. The New York Times. 2020 Disponível em <<https://www.nytimes.com/2020/05/26/technology/moocs-online-learning.html>> Acesso em 16 de agosto de 2020
- [19] \_\_\_\_\_. Open Culture. The big problem for MOOCs visualized. 2013 Disponível em <[http://www.openculture.com/2013/04/the\\_big\\_problem\\_for\\_moocs\\_visualized.html](http://www.openculture.com/2013/04/the_big_problem_for_moocs_visualized.html)> Acesso em 18 de agosto de 2020.
- [20] VALENTE, J. Brasil tem 134 milhões de usuários de internet, aponta pesquisa. Agência Brasil, Brasília, 26 de março de 2020.
- [21] PARK, K.; KIM, H. J.; SO, H. Are Massive Open Online Courses (MOOCs) Really Open to Everyone?: A Study of Accessibility Evaluation from the Perspective of Universal Design for Learning. Proceedings of HCI Korea, Jeongseon, Republic of Korea, 29-36, 2016
- [22] LÁZARO, R. C. G.; MAIA, H. Inclusão do Aluno com Baixa Visão na Rede Regular de Ensino: a que Custo?. Rev. Benjamin Constant, Rio de Janeiro, n. 43, p 1-12, 2009.
- [23] MACIEL, C. V.; RODRIGUES, R. S.; COSTA, A. J. S. A Concepção dos Professores do Ensino Regular Sobre a Inclusão de Alunos Cegos. Rev. Benjamin Constant, Rio de Janeiro, v. 36, n. 2, p. 1-10, 2007
- [24] SELAU, B. Fatores associados à conclusão da educação superior por cegos: um estudo a partir de L. S. Vygotski (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013
- [25] RAPOSO, P. N. O impacto do sistema de apoio da Universidade de Brasília na aprendizagem de universitários com deficiência visual (Dissertação de Mestrado). Universidade de Brasília, Brasília, 2006
- [26] MATOS, S.; COUTINHO, F.; CHAVES, A.; COSTA, F.; AMARAL, F. Referenciais teórico-metodológicos para a análise da relação texto-imagem do livro didático de Biologia. Um estudo com o tema embriologia. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, Paraná, 2010.
- [27] ADAM, D., CALOMENO, C. Metodologia para adaptação de conteúdo editorial imagético para deficientes visuais. Revista Brasileira de Design da Informação. São Paulo, v.9, n. 3, p. 201-215, 2012.
- [28] CASTRO, H.; MARINHO, L.; NERI, E.; MARIANI, R.; DELOU, C. Ensino Inclusivo: um breve olhar sobre a educação inclusiva, a cegueira, os recursos didáticos e a área de biologia. Revista Práxis, Volta Redonda, Rio de Janeiro, Ano VII, n. 13, 2015.
- [29] BATISTA, C.G. Formação de conceitos em crianças cegas: questões teóricas e implicações educacionais. Psicologia: Teoria e Pesquisa, Brasília, DF, v.21, n.1, p.7-15, 2005.
- [30] ROCHA, S., SILVA, E. Cegos e Aprendizagem de Genética em Sala de Aula: Percepções de Professores e Alunos. Rev. Bras. Ed. Esp., Marília, v. 22, n. 4, p. 589-604, Out.-Dez., 2016
- [31] DINIZ, P.; FERREIRA, A.; DICKMAN, A. Representação de imagens de biologia para estudantes cegos: investigando possibilidades. Revista Dynamis, Blumenau, v.25, n.2 – p.77-95, 2019.

- [32] SILVA, T. S.; LANDIM, M. F.; SOUZA, V. dos R. M. A utilização de recursos didáticos no processo de ensino e aprendizagem de ciências de alunos com deficiência visual. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vigo, v. 13, n. 1, p. 32-47, 2014.
- [33] RIBEIRO, M. Levantamento do uso de estratégias lúdicas no ensino de ciências para estudantes cegos. 2019. 23 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura)- Instituto Federal Goiano, 2019
- [34] GASPARETTO, M.; MONTILHA, R.; ARRUDA, S.; SPERQUE, J.; AZEVEDO, T.; NOBRE, M. Utilização de Recursos de Tecnologia Assistiva por Escolares com Deficiência Visual. *Revista Informática na Educação: teoria e prática*, Porto Alegre, Porto Alegre, v. 15, n. 2, jul./dez, 2012.
- [35] VOOS, I., O processo educativo em ciências da natureza para cegos em cursos de graduação em fisioterapia: a tecnologia assistiva e as interações sociais. 2013. 192 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Santa Catarina, 2013.
- [36] NUNES, E.V., DANDOLINI, G.A., SOUZA, J.A. As tecnologias assistivas e a pessoa cega. *DataGramZero - Revista de Ciência da Informação* - v.15, 2014
- [37] ULBRICHT, V., VANZIN, T., VILLAROUÇO, V. *Ambiente Virtual de Aprendizagem Inclusivo*. Florianópolis: Pandion. pp. 191-232, 2011
- [38] RIOS, G.; JUNIOR, K.; VIGENTIM, U.; MAGRI, C. Audiodescrição e inclusão a distância: experiência do Núcleo de Educação a Distância da UNESP. *Journal of Research in Special Education Needs*, vol. 16, p. 236-240, 2016.
- [39] KRÓLAC, A.; CHEN, W.; SANDERSON, N.; KESSEL, S. The Accessibility of MOOCs for Blind Learners. *ASSETS 2017: Proceedings of the 19<sup>th</sup> International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, Baltimore, MD, USA, p. 401-401, 2017
- [40] BRASIL. Conselho Federal de Biologia. Parecer CFBio N° 01/2010, 2010. Disponível em <[http://crbio07.gov.br/images/inscricao/legislacao-resolucoes/parecer\\_cfbio\\_01-gt\\_2010.pdf](http://crbio07.gov.br/images/inscricao/legislacao-resolucoes/parecer_cfbio_01-gt_2010.pdf)> Acesso em 21 de maio de 2020.
- [41] BACH, C.; FERREIRA, S.; SILVEIRA, D.; NUNES, R. Diretrizes de Acessibilidade: uma abordagem comparativa entre WCAG e E-MAG. *Revista Eletrônica de Sistemas de Informação*, v. 8, n.1, 2009
- [42] \_\_\_\_\_. Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG) 2.1 Disponível em <<https://www.w3c.br/traducoes/wcag/wcag21-pt-BR/>> Acesso em 18 de agosto de 2020.
- [43] \_\_\_\_\_. edX. Website Accessibility Policy, 2020. Disponível em <<https://www.edx.org/accessibility>> Acesso em 21 de agosto de 2020.
- [44] \_\_\_\_\_. edX. Accessibility Best Practices Guidance for Content Providers, 2020. Disponível em <<https://edx.readthedocs.io/projects/edx-partner-course-staff/en/latest/accessibility/index.html>> Acesso em 21 de agosto de 2020.
- [45] COUTINHO, F.; SOARES, A.; BRAGA, S.; CHAVES, A.; COSTA, F. Análise do valor didático de imagens presentes em livros de Biologia para o ensino médio. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, vol 10, n. 3, 2010
- [46] CURSINO, J.; RAMOS, D. Análise das imagens referentes ao conteúdo de bioquímica nos livros didáticos de biologia do ensino médio. *Revista Desafios*, v.3, n. 2, Tocantins, 2016
- [47] MAYER, R. E. *Multimedia learning*. Cambridge, Cambridge University Press, 2001
- [48] COUTINHO, F.; SOARES, A.; BRAGA, S.; CHAVES, A.; COSTA, F. Análise do valor didático de imagens presentes em livros de Biologia para o ensino médio. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, vol 10, n. 3, 2010