

Cursos Online Abertos e Massivos (MOOC) e o Ensino de Ciências: uma Revisão Bibliográfica

Massive Open Online Courses (MOOC) and the Science Teaching: a Bibliographic Review

ISSN 2177-8310
DOI: 10.18264/eadf.v10i2.1101

Daniel da Fonseca Pereira^{1*}
Maria Alice Veiga Ferreira de Souza¹

¹Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Vila Velha. Avenida Ministro Salgado Filho, 1000 – Vila Velha – ES – Brasil.

*danielfpbio@gmail.com

Resumo

Os Cursos Online Abertos e Massivos - MOOC - são uma proposta recente de ensino-aprendizagem, originada da teoria conectivista, que propõe um modelo de aprendizagem integrado às novas tecnologias. São cursos que se diferenciam da Educação a Distância tradicional por serem abertos e massivos. No ensino de Ciências, os MOOC possuem difusão ampla, havendo cursos nas diversas áreas específicas como Biologia, Física e Química. Com o objetivo de explorar os potenciais e as limitações relacionados aos cursos MOOC no ensino de Ciências, apresentamos uma revisão bibliográfica na qual elencamos três categorias de análise: avaliação, permanência e recursos para aprendizagem. Para isso, foram analisados artigos do período entre 2010 e 2019, disponibilizados em bancos de dados virtuais, que abordavam a temática MOOC relacionada à alguma área do ensino de Ciências. Os resultados da revisão apontaram que os cursos possuem algumas deficiências relacionadas a duas categorias: avaliação e permanência. Em relação aos recursos empregados nas plataformas, não houve críticas significativas, representando que, neste aspecto, os cursos MOOC têm atendido de forma satisfatória aos estudantes. O estudo concluiu que, apesar dos problemas identificados, os cursos MOOC apresentam grande relevância para o ensino de Ciências, tendo já expressado resultados positivos na aprendizagem de conteúdos científicos, no acesso e na divulgação destes conteúdos para diversos públicos.

Palavras-chave: Educação a distância. Conectivismo. MOOC. Ensino de ciências.



Recebido 05/07/2020
Aceito 04/09/2020
Publicado 08/09/2020

COMO CITAR ESTE ARTIGO

ABNT: PEREIRA, D. F.; SOUZA, M. A.V. F. Cursos Online Abertos e Massivos (MOOC) e o Ensino de Ciências: uma Revisão Bibliográfica. *EaD em Foco*, v. 10, n. 2, e1101, 2020.
<https://doi.org/10.18264/eadf.v10i2.1101>

Massive Open Online Courses (MOOC) and the Science Teaching: a Bibliographic Review

Abstract

Massive Open Online Courses - MOOC - are a recent teaching-learning proposal, originated from the connectivist theory, which proposes a learning model integrated with new technologies. These are courses that differ from traditional Distance Education because they are open and massive. In science education, MOOCs are widely disseminated, with courses in specific areas such as Biology, Physics and Chemistry. In order to explore the potentials and limitations related to MOOC courses in science teaching, we present a bibliographic review in which we list three categories of analysis: assessment, permanence and resources for learning. For this, articles from the period between 2010 and 2019 were analyzed, made available in virtual databases, which addressed the MOOC theme related to some area of science education. The results of the review showed that the courses have some deficiencies related to two categories: assessment and permanence. Regarding the resources used in the platforms, there were no significant criticisms, representing that, in this aspect, the MOOC courses have served the students satisfactorily. The study concluded that despite the problems identified, the MOOC courses are highly relevant to the teaching of Sciences, having already expressed positive results in the learning of scientific contents, in the access and dissemination of these contents to different audiences.

Keywords: E-learning. Connectivism. MOOC. Science teaching.

1. Introdução

O Conectivismo, teoria proposta por Siemens e Downes (2004), apresenta uma abordagem do processo de ensino-aprendizagem diferenciada das tradicionais teorias, como o behaviorismo, cognitivismo e construtivismo. Seus fundamentos estão na integração das novas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação - TDIC - com o ensino tradicional, e entre suas características destaca-se a aprendizagem em rede, em que o aprendiz precisa desenvolver a habilidade de formar conexões. Siemens (2004, p. 5) traz a definição de redes como sendo "conexões entre entidades", com o princípio de que as pessoas ou sistemas podem se conectar para "criar um todo integrado".

Ao elencar os princípios do Conectivismo, Siemens (2004, p. 6) destaca algumas relações com a aprendizagem, como o apoio na diversidade de opiniões, a conexão com as fontes de informação e a premissa de que a "aprendizagem pode residir em dispositivos não humanos". Esses princípios auxiliaram no embasamento de uma modalidade de ensino que está em constante expansão no mundo, que é a Educação a Distância - EaD - que ampliou o acesso de estudantes a cursos de diversos níveis e áreas. A EaD flexibilizou o tempo e o espaço da aprendizagem, e por isso é tida, por alguns autores, como uma via de democratização do acesso à educação, como descrito por Moran (2015, p. 39):

A opção metodológica foi a de uma revisão bibliográfica de investigações disponíveis nos bancos de dados do Periódicos CAPES e Google Acadêmico no período entre 2010 e 2019, com uso dos seguintes descritores: "MOOC", "Massive Open Online Course", "Science Teaching", "Cursos Online Abertos Massivos" e "Ensino de Ciências". As buscas resultaram em 30 artigos, nacionais e internacionais, com estudos relacionando o desenvolvimento, aplicação e/ou o que a tecnologia traz

hoje é a integração de todos os espaços e tempos. O ensinar e o aprender acontecem em uma interligação simbiótica, profunda e constante entre os chamados mundo físico e digital. Não são dois mundos ou espaços, mas um espaço estendido, uma sala de aula ampliada, que se mescla, hibridiza constantemente.

Tal processo de democratização do acesso aos conteúdos educacionais ganhou uma nova dimensão com o advento dos Recursos Educacionais Abertos - REA - que serviram como base para o surgimento dos Cursos Online Abertos e Massivos - MOOC. Os MOOC foram implementados pela primeira vez em 2008, no curso "CCK08", ministrado por Siemens, e realizado no Canadá, com a temática "Conectivismo" (MACKNESS; MAK; WILLIAMS, 2010). Os MOOC são cursos que ocorrem em ambientes virtuais (online), que comportam grande quantidade de alunos simultaneamente (massivo), e que geralmente são abertos ao público e sem pré-requisitos (aberto). Sobre os cursos MOOC, Munhoz (2016, p. 10) comenta:

Esses cursos - os MOOCs - representam uma nova abordagem que exige uma preparação diferenciada para os três atores do processo de ensino e aprendizagem: instituições de ensino, localizadas no virtual; professores, colocados como colaboradores e capacitados a desenvolver trabalhos no ambiente digital; e alunos de uma geração digital que ainda necessitam saber como desenvolver a aprendizagem independente e superar a superficialidade com que a velocidade das transformações os faz encarar as coisas.

Algumas plataformas já possuem destaque internacional no desenvolvimento de cursos MOOC; são elas: Coursera, Udacity e EdX. No Brasil, segundo Munhoz (2016), a plataforma Khan Academy e a plataforma criada pela Universidade de São Paulo - USP destacam-se neste cenário. Uma das áreas contempladas dentro dessas plataformas é a área do ensino de Ciências, que já conta com grande aporte de REA nas diversas áreas específicas, como Biologia, Física e Química. Os MOOC de ensino de Ciências contribuem na formação básica, servindo como alternativa para alunos do ensino fundamental e médio, além de contribuir para a formação de alunos de graduação e pós-graduação, representando a diversidade do público que utiliza essas plataformas (MUNHOZ, 2016).

Entretanto, apesar de haver crescente utilização dos cursos MOOC, Carmo e colaboradores (2019) apontam que as produções científicas, pelo menos no contexto brasileiro, não estão acompanhando esse ritmo de expansão. Isso nos leva ao problema central desta pesquisa, que consiste na investigação das produções científicas acerca da temática MOOC. Buscando compreender e sistematizar alguns conhecimentos acerca dos MOOC, elaboramos esta revisão bibliográfica em que abordamos as produções científicas sobre estes cursos, vinculadas ao contexto específico do ensino de Ciências. A pergunta que orienta essa investigação é a seguinte: quais são as potencialidades e as limitações destacadas em pesquisas científicas sobre os cursos MOOC aliadas ao ensino de Ciências? Para este fim, apresentamos os procedimentos metodológicos e as categorias de análise que inauguram o próximo tópico.

2. Percurso metodológico

A opção metodológica foi a de uma revisão bibliográfica de investigações disponíveis nos bancos de dados do Periódicos CAPES e Google Acadêmico no período entre 2010 e 2019, com uso dos seguintes descritores: "MOOC", "Massive Open Online Course", "Science Teaching", "Cursos Online Abertos Massivos" e "Ensino de Ciências". As buscas resultaram em 30 artigos, nacionais e internacionais, com estudos relacionando o desenvolvimento, aplicação e/ou análise de cursos MOOC, e a área do ensino de Ciências (Tabela 1).

Tabela 1: Artigos sobre MOOC nas áreas específicas de Ciências.

	Quantidade de artigos	Autores
Biologia	12	ANDERSON, et al (2019); BERNTEIN (2013); CASAS, et al (2016); DELE-BECQUE, PHILIP (2018); DING, et al (2016); GORDON, WITROUT (2019); HOSSAIN, et al (2017); JIANG, et al (2014); NICKELS, et al (2013); SEARLS (2014); SUN, et al (2018); THORNTON, RILEY, WILTROUT (2017).
Física	8	BALINT, et al (2015); BUSRI, et al (2019); COLVIN, et al (2014); JAO (2017); LIN, et al (2014); MICHAVILA, et al (2013); RAFFAGHELLI, et al (2018); RAYYAN, et al (2014).
Química	6	EVANS (2016); LEITO, HELM, JALUKSE (2015); LI, CANELAS (2019); OLIVEIRA, GALEMBECK (2016); PARSONS, BARR (2018); TAWFIK, et al (2017).
Astronomia	2	LINEWEAVER (2019); SOUZA, CYPRIANO (2016).
Geologia	2	ALCOCK, DUFTON, DURUSU-TANRIÖVER (2016); JIMÉNEZ (2018).
Total		30

Fonte: Acervo originado do Periódicos CAPES e Google Acadêmico.

Trata-se de uma investigação de natureza quali-quantitativa, em que as análises relativas às potencialidades e limitações dos cursos MOOC foram realizadas por meio de busca de argumentos nos textos que pudessem avaliar cada uma das três categorias de análise propostas: avaliação, permanência e ferramentas de ensino-aprendizagem. Para a categoria **avaliação**, verificou-se nos estudos os métodos empregados para avaliar os conhecimentos trabalhados pelos cursos, como questionários e fóruns. A partir desta análise, verificaram-se também informações referentes à aprendizagem dos estudantes, a qual descreveremos de forma qualitativa.

A categoria **permanência** buscou verificar a participação dos alunos nos cursos. Para isso, analisamos dados referentes à quantidade de inscritos nos cursos, os índices de participação ativa e engajamento, além das taxas de evasão, e as justificativas expressas para o aumento ou diminuição da permanência dos estudantes nos cursos MOOC. A terceira categoria de análise, que trata das **ferramentas**, buscou analisar a variedade de recursos que foram utilizados nas plataformas. Para isso, procuramos identificar nos estudos os tipos de ferramentas associadas aos cursos MOOC, como vídeos, textos, jogos e outras mídias. Essa análise nos permitiu concluir acerca da disponibilidade de mídias e REA disponíveis na web para o ensino de conteúdos de Ciências.

O diálogo entre as três categorias de análise é estabelecido através de suas relações com as potencialidades dos cursos MOOC no contexto específico do ensino de Ciências. Tais discussões serão apresentadas nos tópicos seguintes.

3. Desenvolvendo o artigo

O conhecimento das potencialidades dos cursos MOOC no ensino de Ciências é de extrema relevância para se compreender como os avanços tecnológicos afetam essa área do conhecimento. Nesse sentido, as análises dos estudos apontam para um diálogo muito forte entre os princípios do MOOC e do Conectivismo, com os princípios do ensino de Ciências. Siemens (2004), por um lado, apresenta a conectividade, a interação e a autonomia como características essenciais para um curso fundamentado no Conectivismo. Por outro lado, Carvalho (2013) descreve métodos de ensino de Ciências que possuem a investigação como principal fundamento na prática do ensino desta área do conhecimento.

Estudos sugerem a possibilidade do desenvolvimento de um ensino investigativo em um contexto digital de aprendizagem. Carvalho (2013) relaciona todo o ensino de Ciências com as atividades investigativas. Segundo a autora, não há como desvincular o caráter investigativo do ensino de Ciências, uma vez que a prática científica é um processo constante de investigação.

Nesse sentido, Scarpa e Silva (2013, p. 150) tecem uma consideração sobre o ensino por investigação na área específica da Biologia, em que podemos estabelecer algumas relações com os princípios do Conectivismo: *“as investigações em Biologia não podem ocorrer apenas por meio de experimentações em laboratórios, mas também, e na maior parte das vezes, por observação e comparação e pela construção de narrativas históricas”*. Castilho, Silveira e Machado (1999, p. 17), por sua vez, relacionam a área da Química ao processo de aprendizagem por investigação, em que fazem a seguinte colocação:

A vivência desse processo de investigação/reflexão sistemática começou a fazer parte de nosso cotidiano, como nova postura e organização da vida na escola. Passamos a desenvolver o hábito — que não tínhamos — de expor nossas práticas e de dialogar sobre elas, bem como de ler e discutir publicações sobre trabalhos dirigidos à melhoria do ensino de química.

Tal colocação dos autores, de que o ensino por investigação é necessário para o ensino de Ciências, e que não ocorre somente dentro dos laboratórios, nos levaram a refletir sobre uma premissa que buscaremos estabelecer através da análise dos artigos, que é a possibilidade de os cursos MOOC se apresentarem como uma ferramenta de investigação no ensino de Ciências, constituindo um de seus potenciais nessa área do ensino. A partir destes conceitos, poderemos estabelecer uma relação clara entre as categorias de análise e as demais potencialidades que iremos elencar no final da nossa discussão.

3.1 Quanto à avaliação

Relacionando os conceitos de Siemens (2004) e Carvalho (2013), a aprendizagem em Ciências nos ambientes virtuais, demanda do aluno autonomia, senso investigativo e criticidade para conduzir sua aprendizagem com a pouca intervenção de um professor. Nos MOOC, essas características são mais fundamentais, uma vez que há ainda menos intervenção por parte do professor ou de algum tutor, e o aluno fica responsável por sua organização frente aos estudos. Além destes princípios, Mackness, Mak e Williams (2010) citam quatro características essenciais para os cursos MOOC, que são autonomia, diversidade, abertura e interação. Essas quatro características, assim como as elencadas por Siemens para o Conectivismo, dialogam com a visão de Carvalho sobre o ensino por investigação.

Entretanto, diferente das propostas de ensino por investigação nos cursos presenciais, nos cursos MOOC existe uma dificuldade quanto à avaliação da aprendizagem dos alunos. Isso se justifica pelo fato de que são cursos que possuem muitos alunos ao mesmo tempo, inviabilizando o processo avaliativo individual e pormenorizado. Em função dessa lacuna, parte dos autores, como Ding e colaboradores (2014), Penagos e colaboradores (2017) e Leito, Helm e Jalukse (2015), optaram em seus estudos por efetuar a avaliação de forma qualitativa, por meio da argumentação de alguns alunos por intermédio de entrevistas e sem questionários com questões objetivas, como geralmente ocorre na EaD tradicional.

Tal método só foi possível porque os pesquisadores não aferiram o desempenho de todos os alunos que participaram dos cursos, limitando-se a uma parcela dos participantes, ou seja, adotaram uma sistemática amostral. A representatividade amostral do estudo de Penagos e colaboradores (2017) não foi explicitada. Já o estudo de Leito, Helm e Jalukse (2015), que trazem um curso MOOC sobre Química Analítica, aponta que a amostra da pesquisa foi de 141 participantes, equivalendo a 52% da população de participantes.

Outros estudos, entretanto, não indicaram o quantitativo de elementos das amostras, mas informaram não terem sido tão significativas, como no estudo de Ding e colaboradores (2014) que, devido à grande quantidade de participantes no MOOC, tiveram a porcentagem da sua amostra limitada. Ding e colaboradores apontam que o MOOC aconteceu em dois momentos: no primeiro, houve 18.367 inscrições, das quais 520 participaram da pesquisa (2,83%); no segundo momento, houve 16.714 inscrições, das quais 510 se constituíram como elementos amostrais (3,05%). De modo geral, grande parte dos estudos com avaliação qualitativa em MOOC apresenta amostras semelhantes às de Ding e colaboradores, ou seja, amostras pouco expressivas em relação à população em razão da grande quantidade de participantes.

Já autores como Fierro e Quichimbo (2018), Oliveira e Galembeck (2016) e Tawfik e colaboradores (2017) utilizaram ou indicaram a utilização dos tradicionais questionários objetivos em seus estudos. Esses questionários facilitam, por um lado, a avaliação massiva, e trazem aos alunos e gestores dos cursos um feedback imediato sobre o desempenho do aluno no curso. No total, 25 dos 30 artigos analisados utilizaram questionários objetivos de alguma forma no desenvolvimento dos cursos.

Outro método de avaliação utilizado foram os fóruns online, que permitiam a participação do aluno nas discussões com os demais participantes. É um método viável à participação de todos os alunos, mas inviável de ser avaliado pelos professores, uma vez que acabam gerando muitos comentários, que demandariam muito tempo para a realização da leitura, e fornecimento de feedback individual. Dos estudos analisados, 19 dos 30 indicaram a presença dos fóruns online como mecanismo de avaliação, e autores como Lineweaver (2019) e Parsons e Barr (2018) citam que a simples participação no fórum já confere ao participante o status de concluinte de determinada atividade. Entretanto, outros estudos, como o de Bustamante e Jiménez (2019), indicam que a participação dos alunos nos fóruns gerou resultado bastante positivo na aprendizagem dos conteúdos. Sobre isso, as autoras dizem o seguinte:

A interação social realizada nos cursos do MOOC através de fóruns de discussão e redes sociais tem sido muito positiva e oferece um espaço onde os participantes podem se expressar livremente, expor diferentes ideias e pontos de vista de forma construtiva, levando à criação das comunidades de aprendizagem. (BUSTAMANTE; JIMÉNEZ, 2019, p. 20, tradução nossa).

Um método mais inovador de avaliação observado nos estudos foram os jogos digitais empregados nos “MOOC gamificados”. Cursos MOOC que empregaram elementos de jogos como ferramenta de avaliação demonstraram resultados positivos, principalmente no sentido do engajamento. Segundo Casas e colaboradores (2016), a gamificação representa uma solução para a avaliação nos cursos online de forma geral. Além disso, Bustamante e Jiménez (2019) destacam grande impacto da avaliação através de jogos, na aprendizagem final dos estudantes. Entretanto, apenas três dos 30 artigos analisados utilizaram os jogos digitais de alguma forma nos cursos MOOC.

Um último método de avaliação observado nos estudos foi a avaliação através da Aprendizagem Baseada em Projetos – ABP. Esse caso em específico foi observado somente nos cursos MOOC que foram utilizados como apoio ao ensino presencial, configurando uma aprendizagem híbrida. Foi o caso do estudo de Jao (2017), que empregou um curso MOOC em um curso híbrido de Física, em que o acesso aos conteúdos ocorreu através do MOOC, e a avaliação aconteceu no ambiente presencial, com uma quantidade muito mais limitada de participantes, comparada com o MOOC tradicional. O autor complementa dizendo que “A aplicação de um MOOC em uma sala de aula invertida de Física geral baseada em ABP é útil para melhorar os resultados de aprendizagem dos alunos e desenvolver a capacidade dos alunos de autoaprendizado e interação interpessoal.” (JAO, 2017, p. 32, tradução nossa).

No total, foram observados quatro casos entre os 30 estudos analisados, em que o método de avalia-

ção por projetos ou problemas foi implementado. A Tabela 2 resume as informações relativas aos métodos de avaliação. Alguns estudos apontam para a utilização de mais de uma ferramenta de avaliação, fazendo com que a quantidade total de citações nos artigos seja maior que a de artigos analisados.

Tabela 2: Métodos de avaliação

	Citação nos artigos
Questionários	25
Fóruns	19
ABP	4
Jogos Digitais	3
Entrevistas	3
Total	54

Fonte: Dados obtidos da análise dos artigos

Como observado nos dados da Tabela 2, a avaliação é um processo complexo na educação em ambientes virtuais, e ainda mais difícil de ser realizada em cursos massivos. A preferência pelos questionários objetivos se justifica pelo fato de ser a forma mais fácil de se avaliar uma grande quantidade de pessoas e, ao mesmo tempo, segundo Nickels e colaboradores (2013), proporcionar ao participante um parecer quanto ao seu avanço e desempenho no curso. De forma direta, segundo Gordon e Wiltrout (2019), as avaliações favorecem o processo de aprendizagem, no sentido de que o aluno precisa se empenhar em desenvolver os conteúdos necessários para possuir um bom desempenho no curso. Outros cursos, como o citado por Raffaghelli e colaboradores (2018), adotam as certificações ao final do curso como meio de estimular a aprendizagem dos participantes.

A aprendizagem é um fator que se relaciona diretamente com a avaliação. Uma busca sobre os índices de aprendizagem foi realizada nos artigos analisados. Tal busca se deu de forma qualitativa, através de argumentos dos autores sobre os resultados de aprendizagem obtidos nos cursos, e de forma quantitativa, através de quantidades resultantes das pontuações médias obtidas pelos alunos.

No estudo de Anderson e colaboradores (2019, p.7, tradução nossa), por exemplo, eles trazem a seguinte consideração: *“Nosso objetivo com o curso PoSB (Princípios da Biologia Sintética) edX foi criar uma introdução estruturada e amplamente acessível à biologia sintética. A partir dos primeiros resultados do curso, acreditamos ter tido sucesso neste objetivo”*. Percebe-se, neste caso, o uso do termo “sucesso”, que pode ser interpretado como uma consideração positiva do autor para a aprendizagem daquele conteúdo.

Já o estudo de Mackness, Mak e Williams (2010, p. 272, tradução nossa) indicou que uma falha no processo de elaboração do MOOC, que é o excesso de autonomia, gerou resultados não tão positivos. As autoras fazem a seguinte consideração: *“No CCK08, uma enorme diversidade, resultante do acesso aberto, significou que o apoio e moderação que normalmente é esperado no curso, não era viável. Isso significava que alguns participantes do CCK08 tinham menos experiências positivas dos princípios do Conectivismo”*. As autoras citam uma experiência menos positiva do conteúdo abordado, o que pode ser interpretado como uma consideração regular no processo de aprendizagem.

Poucos estudos analisados não conseguiram alcançar seus objetivos quanto à avaliação da aprendizagem dos MOOC, sendo então classificadas como negativas, como é o caso de Rayyan e colaboradores (2014, p. 199, tradução nossa) que, em suas conclusões, dizem o seguinte: *“Um ponto fraco deste artigo é que não chegamos à conclusão sobre se essas supostas vantagens permitem ao nosso MOOC aumentar o aprendizado em relação a um formato MOOC mais tradicional”*.

Os resultados positivos foram influenciados pelos diferentes mecanismos empregados para aumento do engajamento dos alunos nos cursos. Ferramentas mais interativas e menos cansativas, como os textos mais extensos, foram fatores decisivos no sentido da promoção da aprendizagem. Os cursos mais bem-sucedidos em relação à avaliação da aprendizagem geraram resultados positivos na aprendizagem dos conteúdos de Ciências, o que nos permite concluir que um curso com uma boa estrutura avaliativa constitui uma das potencialidades dos cursos MOOC em relação ao ensino de Ciências. Esse fato abre espaço para a discussão acerca da permanência dos participantes nos MOOC de ensino de Ciências, que será abordado no próximo tópico.

3.2 Quanto à permanência

A permanência dos alunos nos cursos MOOC é um dos fatores que influenciam na sua avaliação. Segundo Kazilcec, Piech e Schneider (2013), os cursos MOOC acabam possuindo uma evasão muito alta, e este fenômeno pode estar associado à falta de uma certificação ao final dos cursos ou à falta de avaliação, que acabam acentuando a autonomia dos alunos. Nesse sentido, vamos apresentar como os MOOC de ensino de Ciências se comportam em relação à permanência do aluno. Para isso, buscamos nos estudos argumentos em que pudéssemos constatar o nível de permanência e evasão. Classificamos os resultados da busca de acordo com as porcentagens observadas na maior parte dos artigos (Tabela 3).

A partir da Tabela 3, podemos observar que apenas cinco dos 30 estudos analisados não foram claros em relação à permanência dos participantes nos cursos. Entretanto, o fator mais relevante dessa análise foi que a maioria dos estudos apontam que a permanência nos cursos MOOC estiveram concentrados na faixa entre 10 e 49%, ou seja, menos da metade dos participantes, nestes casos, concluíam o curso. Por outro lado, quatro estudos apontaram permanência superior a 50%, podendo ser considerado um bom aproveitamento diante das dificuldades de promover o engajamento em cursos online, e outros cinco estudos apontaram permanência superior a 90%, o que autores como Phan (2016) consideram como um aproveitamento excelente para cursos desta modalidade.

Tabela 3: Índice de permanência

	Citação nos artigos
Acima de 90%	5
50 – 89%	4
10 – 49%	13
Abaixo de 10%	3
Total	25

Fonte: Dados obtidos da análise dos artigos.

Alguns estudos, como o de Jiang e colaboradores (2014), sugerem que os cursos desenvolvidos por instituições regulares de ensino, como as universidades, são mais eficazes em garantir maior participação quando os cursos são aplicados para os próprios alunos da instituição: *“Nossos resultados demonstram que a porcentagem de estudantes da UCI que concluíram o MOOC e obtiveram distinção foi muito maior do que os estudantes que não pertencem à UCI”* (JIANG; et al, 2014, p.107, tradução nossa). Os autores ainda concluem que:

Nosso estudo demonstra que a taxa de conclusão para estudantes ingressantes da UCI em um MOOC preparatório para biologia pode ser aumentada para mais de 60%, mesmo quando não há nenhum

curso ou crédito universitário envolvido (JIANG; et al, 2014, p. 108, tradução nossa).

Outro fator que influencia na permanência dos alunos nos cursos MOOC é a quantidade de participantes. Alguns cursos com maior alcance, como o curso de Bioinformática citado no estudo de Ding e colaboradores, evidenciam esse problema: *“Nas duas primeiras execuções do nosso MOOC, mais de 30.000 estudantes de mais de 100 países e regiões se inscreveram, dos quais 1.030 estudantes receberam um certificado de conclusão”* (DING; et al, 2014, p. 6, tradução nossa). Entretanto, este é um problema difícil de ser solucionado, já que uma das características do MOOC é ser massivo, e essa quantidade elevada de participantes acaba desistindo do curso antes de concluir (PHAN, 2016).

Evans (2016) também destaca grande alcance de seu curso sobre Química Orgânica, embora não evidencie os índices de permanência e conclusão dos alunos participantes: *“as análises sugerem que nosso MOOC de Química Orgânica alcançou um número sem precedentes de estudantes em todo o mundo (aproximadamente 26.000 alunos), incluindo uma parcela substancial (30%) das economias em desenvolvimento”* (EVANS, 2016, p. 33, tradução nossa). Já o estudo de Colvin e colaboradores (2014) tenta apresentar uma justificativa para as desistências nesses cursos:

Há mais desistências no curso online (porém, mais de 50% dos alunos que realizam uma tentativa séria no segundo teste semanal, receberam certificados) e essas desistências podem muito bem ser originadas de alunos aprendendo menos do que os que permaneceram (COLVIN; et al, 2014, p. 279, tradução nossa).

Os autores, portanto, inferem que alunos que aprendem mais com os cursos tendem a permanecer até o final, diferente daqueles que não conseguem desenvolver a aprendizagem dos conteúdos aplicados.

Um fator, entretanto, que nos chamou a atenção no quesito permanência foi o fato de muitos estudos – um total de vinte dos trinta – estarem direcionados para alunos de graduação, que, entre outros motivos, aderiam aos cursos MOOC para receber alguma certificação ou crédito, fator que influenciou positivamente na permanência dos alunos.

Os cursos que não tinham um público mais delimitado – um total de oito dos trinta – apresentaram maior índice de evasão. Apenas dois estudos apresentavam cursos MOOC para o ensino básico, e ambos os estudos apresentaram resultados negativos em relação à permanência, o que segundo Bursi, Zulirfan e Fakhruddin (2019) pode estar relacionado com o fato de as crianças e adolescentes não possuírem disciplina suficiente para se manterem em um curso mais autônomo.

Em síntese, podemos observar que os principais critérios que determinaram a permanência dos alunos nos cursos foram (1) a necessidade de conseguir horas complementares, (2) a obrigatoriedade, no caso dos MOOC que tinham relação com disciplinas presenciais, (3) a vontade de conhecer determinado assunto para fins acadêmicos e/ou profissionais.

A análise da permanência nos permitiu evidenciar que os MOOC no ensino de Ciências possuem o grave problema da pouca continuação dos alunos nos cursos, e que os cursos na área de Ciências ainda se limitam ao Ensino Superior. Sobre isso, Lineweaver (2019) discute que mecanismos que potencializem o engajamento e a participação dos alunos nos cursos online de Ciências precisam ser desenvolvidos para solucionar este problema e, com isso, reforçar o potencial pedagógico dos cursos. Sobre isso, é necessário também se discutir a questão dos recursos, que influenciam diretamente sobre a participação dos alunos, e, por consequência, na potencialidade dos MOOC para o ensino de Ciências.

3.3 Quanto aos recursos

O último elemento de nossa análise, que irá auxiliar na indicação das potencialidades dos cursos MOOC no ensino de Ciências, é a variedade de recursos empregados na plataforma. As ferramentas utilizadas nos espaços virtuais de aprendizagem podem ser imagens, vídeos, áudios, textos, entre outros. Aqui a análise buscou identificar quantas e quais ferramentas foram utilizadas para ensinar os conteúdos científicos nos diferentes estudos analisados.

Os vídeos assumem o topo das citações nos estudos sobre os MOOC, conforme apresenta os resultados na Tabela 4. Autores como Ding e colaboradores (2014), Thornton, Riley e Wiltrout (2017), Jao (2017), Alcock, Dufton e Durusu-Tanriöver (2016) e Li e Canelas (2019) aplicaram estas ferramentas de forma exclusiva e em conjunto com outra ferramenta para aplicação dos conteúdos no MOOC. Verificou-se que, em todos os artigos que abordavam as áreas da Biologia, houve o emprego de vídeos didáticos, e que os textos foram citados na maioria dos artigos como uma ferramenta de introdução aos conteúdos, o que segundo Ding e colaboradores (2014), acontece pelo fato de os elementos textuais serem recursos mais fáceis de serem elaborados e que também se adequam a qualquer conteúdo.

Tabela 4: Ferramentas empregadas nos cursos MOOC

	Citação nos artigos
Vídeos	25
Fóruns	19
Textos	12
Áudios	8
Imagens	7
Jogos Digitais	2
Laboratórios Virtuais	2
Total	75

Fonte: Dados obtidos da análise dos artigos.

Evans (2016) evidencia em seu curso uma grande elevada utilização dos vídeos no processo de aprendizagem dos conteúdos: *“Em média, os alunos visualizaram aproximadamente 16 vídeos (411.000 visualizações totais), enquanto as taxas de envio de exercícios foram muito menores”* (EVANS, 2016, p. 33, tradução nossa). Já o estudo de Thornton, Riley e Wiltrout (2017) aponta que 80% dos alunos aproveitaram os conteúdos em vídeo disponibilizados, e fazem a associação de que essas ferramentas podem se relacionar ao sucesso de um curso MOOC.

Ding e colaboradores (2014) complementam discutindo acerca da influência do tempo que esses vídeos, ou aulas, devem durar em um MOOC. Sobre isso, eles dizem que, embora uma aula no ensino presencial possa durar até 2 horas, as aulas online precisam ser mais rápidas. Os autores dizem que unidades curtas de aproximadamente 10 minutos é essencial para que os alunos se interessem pelo curso online. Por outro lado, Guo, Kim e Rubin (2014) estabelecem que o tempo máximo de um vídeo no MOOC deve ser de seis minutos, para não afetar no engajamento do aluno. Por fim, Gordon e Wiltrout (2019, p.7, tradução nossa) consideram que *“a duração do vídeo não é um determinante significativo no engajamento”*. Em suma, não há entre as pesquisas investigadas um consenso nesse sentido.

Os fóruns também se destacam como uma importante ferramenta para promoção da aprendizagem nos cursos MOOC. Trata-se de meio bastante utilizado em ambientes virtuais de aprendizagem, em que

os participantes têm a oportunidade de criar discussões e dialogar entre os pares. Michavila e colaboradores (2013, p. 5701, tradução nossa), em seus estudos sobre um MOOC no ensino de Física, destacam a relevância dos fóruns: *“Por meio dos fóruns, os alunos têm a oportunidade de perguntar sobre o que não entendem ou apresentar perguntas que possam surgir para os alunos do curso ou para o professor; professores e alunos do curso podem responder ou fazer sugestões”*.

Os recursos como áudios, imagens e jogos foram utilizados em proporção menor, comparados com as primeiras ferramentas. Percebe-se que o recurso áudio foi citado em oito dos 30 artigos estudados, e que essa ferramenta esteve vinculada a conteúdos mais extensos, como os conteúdos de Física e Química, onde todas as oito citações ocorreram. Já as imagens ilustrativas, comumente utilizadas por professores nas salas de aula presenciais, não se apresentaram de forma tão comum assim nos ambientes virtuais. Apenas sete artigos mencionaram a utilização dessa ferramenta, e em todos os sete casos, a imagem esteve acompanhada de mais uma ferramenta, principalmente textos. A aplicação das imagens esteve presente nas áreas de Biologia, Astronomia e Geologia, que são áreas que possuem muita dependência de observações.

Já os jogos digitais se apresentaram como uma ferramenta com alto potencial pedagógico, segundo apontamento de estudos, como o de Casas e colaboradores (2016) e Bustamante e Jiménez (2019). Os autores citam que a utilização dos elementos dos jogos – aqui considerando todos os tipos de jogos – para aumentar o engajamento na aprendizagem, é um processo denominado gamificação, que está acontecendo em várias áreas da Educação. Em nossa análise, podemos constatar seu emprego em dois estudos sobre MOOC no ensino de Ciências, sendo um jogo na área da Biologia e outro na área da Física.

A utilização dos elementos de jogos representou, segundo Casas e colaboradores (2016) e Bustamante e Jiménez (2019), o sucesso da aprendizagem dos conteúdos específicos, e seu maior potencial se apresentou como o aumento do engajamento dos alunos no curso, conforme também apresenta Aparicio e colaboradores (2018, p. 29, tradução nossa) no seguinte trecho:

A gamificação desempenha um papel central no sucesso dos MOOCs, pois influencia positivamente o uso, os impactos individuais e os impactos organizacionais e modera a relação positiva entre os impactos individuais e organizacionais. Como consequência, a gamificação não apenas tem um efeito positivo direto, mas também indireto, ao alavancar o efeito do impacto individual no impacto organizacional.

Por fim, uma última ferramenta relevante observada nos cursos MOOC foram os laboratórios virtuais, como o que Hossain e colaboradores (2017) apresentam para o ensino de Biologia. Sobre isso, os autores tecem a seguinte consideração, que evidencia fatores positivos quanto à utilização desta ferramenta:

Implantamos com sucesso um curso online aberto com um laboratório integrado de nuvem de biologia (com organismos vivos reais) de forma escalável. Os alunos podem se envolver nas atividades da investigação científica enquanto interagem com as células vivas, o que vai significativamente além das práticas educacionais atuais de observação passiva por meio de um microscópio ou usando simulações ou animações em computador (HOSSAIN; et al, 2017, p. 240, tradução nossa).

Percebe-se, portanto, que as ferramentas utilizadas na promoção da aprendizagem no ambiente virtual dos MOOC acabam sendo mais diversas que na maioria das salas de aula tradicionais, em que há, sobretudo, o emprego do livro didático e da lousa pelo professor. Essa análise revela uma potencialidade dos MOOC no ensino de Ciências, que se concentra em diversificar as ferramentas de aprendizagem e

permitir que diversos alunos tenham acesso ao conteúdo da forma que melhor se ajuste à sua forma de aprender. Munford e Lima (2007) citam que é fundamental, sobretudo no ensino de Ciências, que o aprendiz tenha condições de escolher a forma com a qual ele irá se apropriar do conteúdo, sempre mediado pelo professor ou tutor, que deverá disponibilizar as opções de ferramentas.

4. Conclusão

O objetivo proposto para esta revisão partiu do seguinte questionamento: quais são as potencialidades e as limitações destacadas em pesquisas científicas sobre os cursos MOOC aliados ao ensino de Ciências? As discussões acerca das três categorias de análise - avaliação, permanência e ferramentas - acerca dos cursos MOOC, nos permitiram identificar algumas potencialidades voltadas para o ensino de Ciências.

A primeira é o caráter investigativo, autônomo e ativo da aprendizagem nesses cursos online. Essas características são essenciais para a aprendizagem dos conteúdos científicos, e elas podem ser potencializadas por meio das diferentes ferramentas que podem se incorporar aos cursos MOOC. Uma segunda potencialidade dos cursos MOOC para o ensino de Ciências é a flexibilidade em relação ao tempo e ao espaço de aprendizagem do aluno. Por se tratar de um curso online, pode ser acessado a qualquer momento por intermédio de um dispositivo com acesso à internet.

Há ainda outro fator que pode ser considerado como potencialidade dos MOOC em relação ao ensino de Ciências, que é o fato de serem cursos abertos, com recursos educacionais abertos e disponíveis para diversos públicos. Isso pode ser interpretado como uma forma de democratização ao acesso dos conteúdos científicos. Ao mesmo tempo, alguns estudos discutem que a falta de acesso às tecnologias faz com que cursos em ambientes virtuais não estejam disponíveis para uma parcela da população, o que alguns autores destacam como um fator de aumento das diferenças sociais. Estudos futuros poderão esclarecer e aprofundar essa discussão.

Sobre as limitações relacionadas aos cursos MOOC, os estudos destacam deficiências quanto à avaliação e à permanência dos alunos nos cursos. Quanto à avaliação, autores destacam que é necessário desenvolver métodos que facilitem e tornem possível a avaliação de um grande quantitativo de pessoas ao mesmo tempo, e que forneça ao aluno um parecer quanto ao seu desempenho e evolução nos cursos.

Já em relação à permanência dos alunos nos cursos, os estudos destacam que são necessários o desenvolvimento de métodos e ferramentas que aumentem o engajamento dos alunos nas plataformas. Métodos mais ativos, como jogos digitais e laboratórios virtuais, são alternativas apresentadas para a resolução destes problemas. Entretanto, são necessários estudos que investiguem esses métodos para possibilitar o aperfeiçoamento dessa estratégia de ensino. Portanto, concluímos que há muita relevância em se trabalhar com os MOOCs para o ensino de Ciências, necessitando de mais investigações que permitam melhor utilização desse recurso.

Referências Bibliográficas

- ALCOCK, S. E; DUFTON, J. A; DURUSU-TANRIÖVER, M. **Archaeology and the MOOC: Massive, open, online, and opportunistic.** *Journal of Social Archaeology*, v. 16, n. 1, p. 3-31, 2016.
- ANDERSON, D. A. et al. **Principles of synthetic biology: a MOOC for an emerging field.** *Synthetic Biology*, v. 4, n. 1, p. 1-8, 2019.
- APARICIO, M. et al. **Gamification: A key determinant of massive open online course (MOOC) success.** *Information & Management*, v. 56, n. 1, p. 39-54, 2019.

- BALINT, T. A. et al. **Comparing measures of student performance in hybrid and MOOC physics courses.** European Journal of Physics Education, v. 6, n. 3, p. 32-45, 2017.
- BERNSTEIN, R. **Education evolving: Teaching biology online.** Cell, v. 155, n. 7, p. 1443-1445, 2013.
- BUSRI, E.; et al. **The Development of MOOC Media to Increase Recall Memory Skill on Physics at Vocational High School.** In: Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2019.
- BUSTAMANTE, A. T.; JIMÉNEZ, B. M. **Modelo de transferencia de conocimiento a través de la gamificación: Un gcMooc.** Actualidades Investigativas en Educación, v. 19, n. 2, p. 108-135, 2019.
- CARVALHO, A. M. P. de. (ORG). **Ensino de Ciências por Investigação. Condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Editora Cengage, 2013.
- CASAS, J. et al. **Mapping of courses on vector biology and vector-borne diseases systems: Time for a worldwide effort.** Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 111, n. 11, p. 717-719, 2016.
- CASTILHO, D. L.; SILVEIRA, K. P.; MACHADO, A. H. **As aulas de Química como espaço de investigação e reflexão.** Química nova na escola, v. 9, p. 14-17, 1999.
- COLVIN, K. F. et al. **Learning in an introductory physics MOOC: All cohorts learn equally, including an on-campus class.** The international review of research in open and distributed learning, v. 15, n. 4, 2014.
- DELEBECQUE, C. J.; PHILP, J. **Education and training for industrial biotechnology and engineering biology.** Engineering Biology, v. 3, n. 1, p. 6-11, 2018.
- DING, Y. et al. **"Bioinformatics: Introduction and Methods," a Bilingual Massive Open Online Course (MOOC) as a New Example for Global Bioinformatics Education.** PLoS Computational Biology, v. 10, n. 12, p. 1-7, 2014.
- EVANS, M. J. **Generalized Organic Chemistry: Teaching Chemistry Using a Framework Approach for a MOOC Audience.** In: Online Course Development and the Effect on the On-Campus Classroom. American Chemical Society. p. 21-36, 2016.
- FIERRO, N; QUICHIMBO, P. **Introductory learning on soil science through a MOOC course Aprendizaje introductorio sobre la ciencia.** v. 19, n. 3, p. 471-483, 2018.
- GORDON, D; WILTROUT, M. E. **A Case Study in Applying the Learning Sciences to MOOC Design.** 2019.
- HOSSAIN, Z. et al. **Authentic science inquiry learning at scale enabled by an interactive biology cloud experimentation lab.** In: Proceedings of the Fourth (2017) ACM Conference on Learning@ Scale. p. 237-240, 2017.
- JAO, J. **Application of a MOOC in a general physics flipped classroom.** World Trans. On Engng. and Technol. Educ, v. 15, n. 1, p. 28-33, 2017.
- JIANG, S. et al. **Influence of incentives on performance in a pre-college biology MOOC.** International Review of Research in Open and Distance Learning, v. 15, n. 5, p. 99-112, 2014.
- JIMÉNEZ, L; et al. **Introductory learning on soil science through a MOOC course.** Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria, set.-dez. de 2018.
- KIZILCEC, R. F; PIECH, C; SCHNEIDER, E. **Deconstructing disengagement: analyzing learner subpopulations in massive open online courses.** In: Proceedings of the third international conference on learning analytics and knowledge. p. 170-179, 2013.
- LEITO, I; HELM, I; JALUKSE, L. **Using MOOCs for teaching analytical chemistry: Experience at University of Tartu.** Analytical and Bioanalytical Chemistry, v. 407, n. 5, p. 1277-1281, 2015.

- LI, K; CANELAS, D. **Learners' Perceptions and Experiences of Two Chemistry MOOCs: Implications for Teaching and Design.** American Journal of Distance Education, v. 33, n. 4, p. 245–261, 2019.
- LIN, S. et al. **Peer evaluation of video lab reports in an introductory physics MOOC.** arXiv preprint arXiv:1407.4714, 2014.
- LINEWEAVER, C. H. **Making a Massive Open Online Course (MOOC) about Astrobiology: Why? For Whom? How?** EPJ Web of Conferences, v. 200, p. 01019, 2019.
- MACKNESS, J; MAK, S. F. J; WILLIAMS, R. **The Ideals and Reality of Participating in a MOOC.** Proceedings of the 7th International Conference on Networked Learning, p. 266-274, 2010.
- MICHAVILA, C. R. et al. **The Used of Massive on-Line Open Courses (Mooc) in Physics, As a Levelling Tool for Science Students At University.** In: Edulearn13: 5th International Conference on Education and New Learning Technologies. p. 5699-5704, 2013.
- MORAN, J. **Educação Híbrida: Um conceito-chave para a educação, hoje.** In: BACICH, Lilian; TANZI NETO, Adolfo; TREVISANI, Fernando de M. Ensino Híbrido: Personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Editora Penso, 2015, p. 27-46.
- MUNFORD, D; LIMA, M. E. C. de C. **Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?** Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007.
- MUNHOZ, A. S. **MOOCS: Produção de conteúdos educacionais.** 1ª Edição. São Paulo: Editora Saraiva, 2016
- NICKELS, S. et al. **PresentaBALL—A powerful package for presentations and lessons in structural biology.** In: 2013 IEEE Symposium on Biological Data Visualization (BioVis). IEEE, 2013. p. 33-40.
- OLIVEIRA, M. L. DE; GALEMBECK, E. **The MOOC Phenomenon: an useful data source for teachers.** Revista de Ensino de Bioquímica, v. 14, p. 8, 2016.
- PARSONS, A; BARR, I. **MOOCs as 'chemical attractants'.** Waikato Journal of Education, Hamilton, v. 23, iss. 2, p. 5-16, 2018.
- PENAGOS, B. et al. **Interfaz Universidad - Escuela: innovaciones pedagógicas a partir del desarrollo de un MOOC sobre Cuestiones Socio Científicas (CSC) como estrategia didáctica.** Revista Educación y Ciudad, n. 32, p. 141–156, 2017.
- PHAN, T; MCNEIL, S. G.; ROBIN, B. R. **Students' patterns of engagement and course performance in a Massive Open Online Course.** Computers & Education, v. 95, p. 36-44, 2016.
- RAFFAGHELLI, J. et al. **Integrating MOOCs in physics preliminary undergraduate education: beyond large size lectures.** Educational Media International, v. 55, n. 4, p. 301-316, 2018.
- RAYYAN, S. et al. **A MOOC based on blended pedagogy.** Journal of Computer Assisted Learning, v. 32, n. 3, p. 190-201, 2016.
- SCARPA, D. L; SILVA, M. B. **A Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades.** In: CARVALHO, A. M. P. de. Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, p. 129-152, 2013.
- SEARLS, D. B. **A new online computational biology curriculum.** PLoS Comput Biol, v. 10, n. 6, 2014.
- SIEMENS, G. **Conectivismo: uma teoria de aprendizagem para a idade digital.** Trad. Bruno Leite, 2004.
- SOUZA, R. de; CYPRIANO, E. F. **MOOC: uma alternativa contemporânea para o ensino de astronomia.** Ciência & Educação (Bauru), v. 22, n. 1, p. 65–80, 2016.

SUN, Y. et al. **The Application Effect of a Massive Open Online Course in Pathogen Biology.** DEStech Transactions on Social Science, Education and Human Science, n. esem, 2018.

TAWFIK, A. A. et al. **The nature and level of learner-learner interaction in a chemistry massive open online course (MOOC).** Journal of Computing in Higher Education, v. 29, n. 3, p. 411-431, 2017.

THORNTON, S; RILEY, C; WILTROUT, M. E. **Criteria for video engagement in a biology MOOC.** In: Proceedings of the Fourth (2017) ACM Conference on Learning@ Scale. 2017. p. 291-294