



JURASSIC WORLD ACAMPAMENTO JURÁSSICO: UMA SÉRIE ANIMADA COMO FERRAMENTA DE ENSINO DA PALEOGENÔMICA

JURASSIC WORLD CAMP CRETACEOUS: AN ANIMATED SERIES AS A TEACHING TOOL FOR PALEOGENOMICS

JURASSIC WORLD CAMPAMENTO CRETÁCICO: UNA SERIE ANIMADA COMO HERRAMIENTA DE ENSEÑANZA DE LA PALEOGENÓMICA

Everton Fernando Alves

efalves.mga@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7876-6274>

Universidade Estadual de Campinas (PEHCT-UNICAMP)

RESUMO

Considerando a influência da cultura *pop* veiculada em mídias tradicionais, digitais e de *streaming* na vida dos jovens, este estudo investigou uma produção audiovisual do gênero animação voltada para o público adolescente. Esta pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa e uso da técnica de análise documental com base em documento audiovisual representado por um único episódio da primeira temporada da série animada *Jurassic Word: Acampamento Jurássico*, transmitida pela Netflix, com o objetivo de identificar saberes paleogenômicos veiculados em cenas que sirvam de referência para a construção de conhecimento paleontológico atualizado. Com base nas análises, foi possível concluir que a produção cinematográfica analisada é a única série atual de ficção científica animada que aborda temas relacionados à Paleogenômica, sendo, portanto, útil para ser usada em ambientes de aula do Ensino Médio como ferramenta pedagógica para engajar e motivar debates que promovam a construção de conhecimento biogeocientífico com base em uma cultura familiar ao estudante.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Básica; Ensino Médio; Ensino de Biologia; Ensino de paleontologia; DNA antigo.

ABSTRACT

Given the significant influence of pop culture conveyed through traditional, digital, and streaming media on the lives of Young people, this study investigated an audiovisual production in the cartoon genre, aimed at the adolescent audience. This research presents a qualitative approach and use of the documentary analysis technique based on an audiovisual document represented by a single episode of the first season of the animated series Jurassic Word: Camp Cretaceous, broadcast by Netflix, with the aim of identifying paleogenomic knowledge conveyed in scenes that serve as a reference for the construction of updated paleontological knowledge. Based on the analysis, it was possible to conclude that the film production analyzed is the only current animated science fiction series that addresses themes related to Paleogenomics, and is therefore useful to be used in high school classrooms as a pedagogical tool to engage and motivate debates that promote the construction of biogeoscientific knowledge based on a culture familiar to the student.

KEYWORDS: Basic education; High school; Biology teaching; Paleontology teaching; Ancient DNA.

RESUMEN

Considerando la influencia de la cultura pop transmitida en medios tradicionales, digitales y de streaming en la vida de los jóvenes, este estudio investigó una producción audiovisual del género de animación dirigida al público adolescente. Esta investigación adopta un enfoque cualitativo y utiliza la técnica del análisis documental basada en un documento audiovisual representado por un único episodio de la primera temporada de la serie de animación Jurassic Word: Campamento Cretácico, transmitida por Netflix, con el objetivo de identificar saberes paleogenómicos transmitidos en escenas que sirvan de referencia para la construcción de conocimiento paleontológico actualizado. Basándose en los análisis, fue posible concluir que la producción cinematográfica analizada es la única serie

animada de ciencia ficción actual que aborda temas relacionados a la paleogenómica, por lo que es útil para ser utilizada en entornos de clase de educación secundaria como herramienta pedagógica para involucrar y motivar debates que promuevan la construcción de conocimiento geocientífico basado en una cultura familiar para el alumno.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza básica; Enseñanza secundaria; Enseñanza de la biología; Enseñanza de la paleontología; ADN antiguo.

INTRODUÇÃO

O Ensino Médio enfrenta diversos problemas relacionados à aprendizagem da Paleontologia, que podem ser atribuídos, entre muitos fatores, à falta de conhecimento de professores a respeito das diversas opções alternativas de materiais didáticos e o seu modo de aplicação em sala de aula (Silva; Araújo, 2022). Por material didático, entende-se todo instrumento pedagógico de apoio às atividades de ensino e aprendizagem, de modo que o seu conteúdo instrucional promova a estimulação do aluno e uma aproximação do conhecimento de forma sistematizada e de acordo com o planejamento pedagógico (Bandeira, 2009).

Os livros didáticos tornam-se, na maioria das vezes, a única ferramenta utilizada no processo de ensino e aprendizagem na Educação Básica (Almeida *et al.* 2017; Alves; Lippi, 2021, Silva *et al.* 2021). Sendo o livro, então, a fonte central de consulta de professores para conteúdos de ciências, os docentes acabam por adaptar suas aulas baseadas unicamente nesse tipo de material.

No Brasil, por exemplo, o ensino da Paleogenômica, mesmo que de modo fragmentado e descontextualizado, já é uma realidade na Educação Básica, principalmente a partir de elementos inseridos em coleções de livros didáticos de Biologia para o Ensino Médio aprovadas no catálogo do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) (Linhares *et al.*, 2016; Lopes; Rosso, 2016; Alves; Lippi, 2021). No entanto, os livros não devem ser o único recurso didático a ser utilizado em ambientes de aula para o ensino de conteúdos inovadores da Paleontologia (Silva; Araújo, 2022).

Com a popularização das tecnologias digitais da informação e comunicação (TDICs) tem havido uma busca constante por métodos alternativos de ensino para incentivar e motivar os estudantes no processo de construção de conhecimentos paleontológicos (Brasil *et al.*, 2020; München; Schwanke, 2020; Silva; Leal, 2022). A incorporação de TDICs na educação científica dentro das salas de aula do Ensino Médio oportuniza novas propostas didáticas ao fornecerem uma variada gama de opções de veiculação de recursos audiovisuais como filmes, documentários, séries e desenhos animados (Beraldo; Maciel, 2016).

Ao mesmo tempo tem-se percebido que as imagens e contextos apresentados, por exemplo, nas mídias e na cultura *pop* de desenhos animados ainda não romperam com os estereótipos associados à ciência e tecnologia (Soares; Scalfi, 2014), necessitando de um olhar crítico do professor sobre o tema, ao utilizar-se desses recursos audiovisuais de apoio, a fim de explorá-los cientificamente a partir do contexto social e cultural dos alunos (Rosa *et al.*, 2018). Desenhos animados são formas de expressão artística visual, particularmente desenhada de forma exagerada e frequentemente animada, caracterizada por um estilo irreal ou semi-realista, composto por uma série de imagens dedicada à sátira, caricatura ou humor (Dalacosta *et al.*, 2009). Quando empregados corretamente, tornam-se importantes recursos pedagógicos de ensino e aprendizagem científica (Rosa *et al.*, 2018).

No entanto, percebe-se uma quase total ausência de produções audiovisuais adequadas para estudantes do Ensino Médio, especialmente sobre temas atuais como a

Paleogenômica. Devido a isso, até o momento, não existe na literatura científica nenhuma análise de desenhos animados a respeito da temática paleomolecular, o que limita seu potencial como uma ferramenta pedagógica apropriada ao Ensino Médio para engajar alunos na aprendizagem de conteúdos inovadores em paleontologia. Observa-se que, mesmo quando produções audiovisuais destinadas a adolescentes retratam realidades fictícias sobre conteúdos paleontológicos, elas acabam por reproduzir valores do mundo real, e, assim, se tornam capazes de impactar a construção da consciência individual e social de sua audiência (Soares; Mota, 2022).

Diversas são as possibilidades de recursos audiovisuais que podem ser utilizados em ambientes de aula como ferramentas pedagógicas eficazes de ensino e aprendizagem. Os recursos audiovisuais como as animações podem ser veiculados a partir de mídias tradicionais (televisão e rádio), digitais (websites, redes sociais, vídeos no Youtube, etc.) e/ou de plataformas de *streaming* (Netflix, Amazon Prime, etc.) (Mesquita; Soares, 2008; Bandeira, 2009; Brasil *et al.*, 2020; München; Schwanke, 2020; Matos *et al.*, 2021; Silva; Leal, 2022), proporcionando em alguns casos um aprendizado de 35% a mais que qualquer outro meio não midiático (Fiscarelli, 2008).

Apesar de os recursos audiovisuais ainda serem pouco explorados em publicações nacionais do campo de Ensino de ciências (Freitas *et al.*, 2018; Berk, 2019), a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) orientada na Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (BNCC-EM), aborda o tema das mídias audiovisuais, sugerindo, na introdução do documento, a utilização de recursos midiáticos no processo de ensino e aprendizagem:

espera-se que eles [estudantes] aprendam a estruturar linguagens argumentativas que lhes permitam comunicar, para diversos públicos, em contextos variados e **utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC)**, conhecimentos produzidos e propostas de intervenção pautadas em evidências, conhecimentos científicos e princípios éticos e responsáveis (Brasil, 2018, p. 538-539, grifo nosso).

Ou seja, o documento incentiva o uso de mídias audiovisuais, uma vez que estas podem contribuir para a compreensão de conhecimentos científicos e para o fortalecimento de princípios éticos. Além disso, a Competência específica 3 da base diz que espera-se do aluno de Ensino Médio que este alcance as seguintes habilidades:

Analisar situações-problema e **avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza**, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). **Em um mundo repleto de informações de diferentes naturezas e origens, facilmente difundidas e acessadas, sobretudo, por meios digitais, é premente que os jovens desenvolvam capacidades de seleção e discernimento de informações** que os permitam, com base em conhecimentos científicos confiáveis, analisar situações-problema e avaliar as aplicações do conhecimento científico e tecnológico nas diversas esferas da vida humana com ética e responsabilidade. [...]. Na mesma direção, **explorar como os avanços científicos e tecnológicos estão relacionados às aplicações do conhecimento sobre DNA e células**

pode gerar debates e controvérsias – pois, muitas vezes, sua repercussão extrapola os limites da ciência, explicitando dilemas éticos para toda a sociedade. A compreensão desses processos é essencial para um debate fundamentado sobre os **impactos da tecnologia nas relações humanas e suas implicações éticas, morais, políticas e econômicas, e sobre seus riscos e benefícios para a humanidade e o planeta** (Brasil, 2018, p. 544, grifo nosso).

Portanto, a BNCC enfatiza o desenvolvimento de habilidades crítico-investigativas em adolescentes, capacitando-os a selecionar e discernir informações de mídias digitais em comparação com evidências científicas, especialmente no que diz respeito ao impacto da manipulação do DNA na humanidade e no planeta, além das implicações éticas associadas.

Nesse contexto, o imaginário do público adolescente sobre a Pré-História e o seu registro fóssil associado é frequentemente influenciado pelas narrativas da cultura popular presentes em filmes e desenhos animados (Schwanke; Silva, 2010). No entanto, essa influência pode estar relacionada ao preocupante fato de que a maioria dos adolescentes acredita que o registro fóssil se limita a partes duras e secas de ossos fósseis de dinossauros não avianos (Cunningham *et al.*, 2014; Alves *et al.*, 2022), sem ter conhecimento dos inúmeros achados de moléculas orgânicas vestigiais recuperadas do interior desses fósseis. Essa visão reduzida não apenas empobrece sua compreensão sobre a Paleontologia, mas também os impede de apreciar a complexidade e a riqueza da vida que existiu no passado.

As últimas décadas testemunharam inúmeras descobertas relacionadas a diversos tipos de bioestruturas não mineralizadas remanescentes – em nível tecidual, celular e biomolecular – preservadas no interior de fósseis de diferentes grupos de animais, vertebrados e invertebrados, e de plantas (Schweitzer, 2011; Thomas; Taylor, 2019; Alves; Machado, 2020, 2021a,b; Gomes *et al.*, 2022).

Sabe-se que os restos de materiais orgânicos de dinossauros não avianos, ou seja, qualquer membro do grupo dos dinossauros que não pertence à linhagem que levou ao surgimento das aves, têm despertado grande interesse entre alunos do Ensino Médio, especialmente quando relacionados a células, vasos sanguíneos e tecidos nervosos, que podem ser examinados a em atividades práticas em equipamentos apropriados (Armitage, 2023). Esses objetos de estudo pertencem a uma área de pesquisa conhecida como Paleontologia Molecular.

A Paleontologia Molecular, em seu sentido estrito, é uma área de estudo interdisciplinar que visa recuperar, identificar e caracterizar vestígios de moléculas orgânicas complexas e informativas – *e.g.*, DNA e proteínas – encontrados no registro fóssil, com o auxílio de distintas técnicas moleculares avançadas de detecção ultraestruturais (Schweitzer, 2003, 2004; Wörheide *et al.*, 2016; Buckley, 2018; Pan, 2020; Boskovic *et al.*, 2021).

Uma das abordagens de investigação paleomolecular relaciona-se à Paleogenômica, um campo de pesquisa que visa reconstruir e analisar o conjunto de DNAs antigos (aDNA) que integra a informação genômica de espécies extintas (Willerslev *et al.*, 2007; Orlando *et al.*, 2013; Brunson; Reich, 2019; van der Valk *et al.*, 2021). O *DNA antigo* pode ser definido como qualquer material genético recuperado de amostras biológicas com mais de 500 anos (Billerman; Walsh, 2019; McGaughan, 2020).

A Paleogenômica se iniciou oficialmente em meados de 1980 (Higuchi *et al.*, 1984; Pääbo, 1985; Chen; Nedoluzhko, 2023). De lá pra cá, as investigações paleogenômicas têm contribuído, por exemplo, no entendimento da biologia da fauna e da flora pretéritas, na

identificação de espécies e na análise das relações evolutivas de grupos de seres extintos (Schweitzer, 2003, 2004; Brunson; Reich, 2019).

Nas últimas décadas, o ensino de conteúdos da Genética e da Biologia Molecular tem ganhado destaque, quando associados à Paleontologia, devido à disseminação massiva de informações biotecnológicas oriundas de obras cinematográficas como as das franquias *Jurassic Park* e *Jurassic World* (Gomes-Maluf; Souza, 2008; Machado; Meirelles, 2018; Jones, 2019; Lazzarin *et al.*, 2020; Chimes; Viera, 2021; Alves *et al.*, 2022). Essas obras são categorizadas no gênero literário conhecido como *ficção científica*. Diferentemente do grupo das ficções especulativas sobre os contos de horror e de fantasia, a ficção científica especula não sobre magias ou fantasmas, mas sim sobre conhecimentos que envolvem a Ciência, suas tecnologias e práticas. Nesse contexto, a imaginação torna-se parte fundamental do processo de raciocínio científico (Moreira, 2017).

Até pouco tempo atrás era evidente a ausência de obras de ficção científica animada que apresentassem algum tipo de discussão paleomolecular significativa em linguagem acessível e apropriada ao público estudantil adolescente. Esse panorama mudou com o lançamento de *Jurassic World: acampamento jurássico*, o qual representa a primeira série oficial da franquia, contando com cinco temporadas disponíveis na Netflix (Netflix, 2023). O enredo segue seis campistas adolescentes que são os primeiros a serem selecionados para experimentar o acampamento de aventura mais incrível do mundo: acampamento jurássico (Dreamworks, 2020). Mas, quando o superpredador geneticamente modificado, *Indominus rex*, escapa e faz com que todos os sistemas do parque jurássico enlouqueçam, liberando dinossauros furiosos, os campistas descobrem que precisam confiar em si mesmos e uns nos outros se quiserem sair da Ilha Nublar e encontrar o caminho de volta para casa.

A série estreou na Netflix em 2020 e desde então se tornou popular a ponto de alcançar 89% no sistema de classificação de relevância da plataforma (Netflix, 2023) e receber uma avaliação de 7,5 de 10 no *Internet Movie Database*, uma base de dados online de informação sobre cinema e TV (IMDb, 2023). Ademais, a série tem atingido uma demanda de audiência de 6,7 vezes a mais que a demanda da média das séries de TV nos Estados Unidos (Parrot Analytics, 2023).

Assim como nos filmes das franquias *Jurassic Park* e *Jurassic World*, nos quais são abordadas questões sobre engenharia genética em dinossauros, a série animada não se distancia da discussão. Nesse contexto, torna-se, então, importante investigar quais conhecimentos da Paleogenômica são transmitidos pela animação e quais deles se apoiam em uma realidade científica.

Considerando os desenhos animados como um artefato cultural que produz ideias, conhecimentos e representações, com potencial de desenvolver o interesse de telespectadores adolescentes por carreiras científicas (Gibson; Chase, 2002; Long *et al.*, 2010), buscamos responder neste estudo a seguinte questão norteadora: Quais conhecimentos da Paleogenômica são abordados em *Jurassic World: acampamento jurássico*? Com base nisso, o presente estudo teve como objetivo analisar a atual série animada *Jurassic World: acampamento jurássico* em busca de identificar saberes paleogenômicos veiculados em cenas que sirvam de referência para a construção de um conhecimento paleontológico atualizado.

METODOLOGIA

A abordagem metodológica deste trabalho consiste em uma pesquisa qualitativa, entendida como uma abordagem de pesquisa que analisa aspectos subjetivos e fenômenos

sociais, tais como o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser verificados por pesquisas quantitativas (Minayo, 2001; Marconi; Lakatos, 2003)

A técnica de investigação utilizada foi a análise documental, que busca identificar informações diretas em determinados tipos de documentos, quer sejam eles de natureza física ou mesmo eletrônica, a partir de questões ou hipóteses de interesse (Mesquita; Soares, 2008). As fontes de dados utilizadas na análise foram os documentos audiovisuais, que são obras tecnológicas que integram simultaneamente imagens em movimento e sons acompanhantes, reunidos em dispositivos analógicos ou digitais de veiculação de mídias de rádio, televisão e/ou de plataformas de *streaming* (Silva; Madio, 2013; Sundström *et al.*, 2019). São exemplos de documentos audiovisuais aquelas produções cinematográficas ou televisivas em formato de filmes, séries, desenhos animados, documentários, programas de tv, entre outros (Silva; Madio, 2013). Constata-se que tais documentos audiovisuais estão cada vez mais presentes nas relações interpessoais do público infanto-juvenil (Mesquita; Soares, 2008).

Como *corpus* de análise, foi utilizada uma série de ficção científica animada (*cartoon*) intitulada *Jurassic World: acampamento jurássico* (em inglês, *Jurassic World: Camp Cretaceous*) (Figura 1), produzida pela DreamWorks Animation em parceria com a Universal Pictures e distribuída pela Netflix® (DreamWorks, 2020), destinada prioritariamente ao público pré-adolescente (10-14 anos) e adolescente (15-19 anos) (Organização Mundial da Saúde, 2010). Justifica-se esta escolha por se tratar da única série animada atualizada que aborda temas relacionados à Paleogenômica.



Figura 1: Capa oficial da série animada selecionada para a análise

Fonte: *Jurassic World Camp Cretaceous*, Netflix (2022).

Para a delimitação do objeto de estudo foram utilizados como critério de inclusão: 1) presença de um ou mais cientista geneticista em um ambiente laboratorial, e 2) presença de cenas que apresentassem imagem, diálogo ou argumento sobre assuntos paleogenômicos vinculados a experimentos científicos ou rotinas laboratoriais. Após terem sido lidas as sinopses e assistidos todos os episódios da primeira temporada, identificou-se que o segundo episódio de curta duração (24 minutos), intitulado Segredos, é o objeto de análise que contém os principais elementos paleogenômicos de interesse para a discussão.

Para a análise dos aspectos narrativos, adotaram-se duas estratégias: 1) seleção das cenas que abordassem assuntos relacionados, direta ou indiretamente, à Paleogenômica, e 2) análise a partir da visualização completa do episódio, com a ativação de legenda em português, para o emprego da técnica de *close reading*, que auxilia na interpretação e busca

de significados e argumentos mobilizados na trama. *Close reading* é definida como uma técnica analítica, de leitura atenta e investigativa, que tem por objetivo examinar vários aspectos do texto ou selecionar um desses aspectos, visando sempre uma compreensão textual mais profunda (Pederson; Tortella, 2016).

Sabe-se que para analisar um texto é essencial entender o seu contexto. Diante disso, optou-se, neste trabalho, por adaptar a técnica, que tradicionalmente é aplicada a textos literários (Pederson; Tortella, 2016), para o texto de ficção científica da animação, visto que entendemos o desenho animado como sendo um tipo de texto que se caracteriza pelo jogo entre os planos de comunicação verbal e não verbal (Mota e Nobre, 2020), com o propósito de alcançar uma interpretação mais precisa de todo o contexto informacional.

Segundo McClennen (2001), a aplicação da técnica requer a observância de determinados passos. Esses passos fornecem diretrizes sobre como fazer a leitura de um trecho de texto e analisar os significados das palavras, levando em consideração tanto a estrutura desse trecho quanto seu contexto. Em outras palavras, é fundamental compreender como esse trecho se relaciona com o restante do texto. McClennen (2001) afirma ainda que

este processo parte dos menores bits de informação (palavras, som, pontuação) e vai até as combinações maiores (imagens, metáforas) e conceitos mais complexos (temas). O argumento final é baseado nestes pequenos níveis da passagem; é por isso que se chama *close reading*. É claro que o seu processo cognitivo pode não seguir esta ordem rígida (o meu geralmente não segue). Apenas não negligencie nenhum dos passos (p. 1).

Dessa forma, foram analisados dois aspectos relacionados à ciência paleomolecular, sendo eles a caracterização do cientista (física e social), e as visões sobre os procedimentos e técnicas utilizados no campo da Paleogenômica e suas implicações, a partir do qual emergiram outras cinco categorias: (a) o Laboratório de Paleogenética, (b) âmbar e o potencial de preservação de aDNA, (c) o processo de *desextinção* de espécies e os aspectos ecológicos, (d) as implicações bioéticas da *desextinção*, e (e) mecanismos biológicos envolvidos na ontogenia de dinossauros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao observar o episódio selecionado para esta análise percebemos que o emprego do método serviu de auxílio, em nível geral, para o reconhecimento de representações científicas em cenas, que distraidamente não seriam percebidas a sua presença, e em termos mais específicos, para a identificação de dinâmicas de trocas de informações científicas, em formato de diálogos ou argumentos, que defendem a importância da inserção de tecnologias inovadoras para a investigação de moléculas orgânicas como o DNA em busca de revoluções na ciência paleontológica.

Dessa forma, quanto à linguagem do contexto audiovisual, percebemos que, assim como nos filmes da trilogia, a série animada apresenta um discurso misto, com uma narrativa verbal objetiva e lógica, sem perder a dimensão intuitiva proporcionada pelo cenário (Lazzarin *et al.*, 2020). Quanto aos conteúdos da animação, propõe-se trabalhar a obra com estudantes do último ano do Ensino Médio por se tratar de um excelente recurso didático para a apropriação e ressignificação de conceitos científicos complexos, que frequentemente são abordados nesta etapa da Educação Básica (Quadro 1).

Quadro 1: Ficha da atividade

ITEM	DESCRIÇÃO
Nome da série	<i>Jurassic world</i> : acampamento jurássico
Público-alvo	Alunos do 3º ano do Ensino Médio
Disciplina relacionada	Biologia
Objetivos educacionais	Facilitar o ensino e a aprendizagem de saberes paleogenômicos por meio do uso de TDICs (plataforma de streaming) e da cultura <i>pop</i> (série animada), além de instrumentalizar os professores na transposição didática de conceitos complexos da interface entre Biologia Molecular e Paleontologia.
Justificativa de uso	O uso de TDICs é fundamental no ensino contemporâneo de Biologia. Portanto, é extremamente importante que estudantes da Educação Básica em disciplinas científicas sejam preparados para utilizar tecnologias que permitam o acesso à cultura <i>pop</i> .
Conteúdos trabalhados	Genética, Biologia Molecular, Biotecnologia, Paleogenética.
Habilidades desenvolvidas	• Aprender a utilizar diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação; • Explorar como os avanços científicos e tecnológicos estão relacionados às aplicações do conhecimento sobre DNA e células; • Avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza; • Desenvolver o pensamento crítico a partir de capacidades de seleção e discernimento de informações; • Compreender os impactos da tecnologia nas relações humanas e suas implicações éticas, morais, políticas e econômicas, e sobre seus riscos e benefícios para a humanidade e o planeta.
Duração estimada	2 horas
Materiais usados	Internet, acesso à Netflix, Televisão ou Datashow (para transmissão).
Links	https://www.netflix.com/

Fonte: Elaborado pelo autor.

Percebemos, por exemplo, que a animação fornece informações paleobioquímicas essenciais relacionadas a conteúdos educacionais estruturantes, aqui denominados Mecanismos Biológicos e Manipulação Genética, presentes em Diretrizes Curriculares Estaduais (Lazzarin *et al.*, 2020) e nas Competências específicas 2 e 3 da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) orientadas na Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (BNCC-EM) (Alves *et al.*, 2021; Brasil, 2018).

Assim, para este trabalho, baseando-se na BNCC, estabeleceu-se que a categoria Mecanismos Biológicos é aquela que abrange assuntos sobre a organização celular, órgãos e sistemas, e reprodução e desenvolvimento. Enquanto a categoria Manipulação Genética, por sua vez, inclui assuntos vinculados a biomoléculas, genética mendeliana, identificação por DNA, mutação, emprego de células-tronco, e tecnologia do DNA recombinante e suas implicações éticas. Estabelecidos os devidos núcleos temáticos estruturantes, apresentamos

as análises das representações científico-tecnológicas e paleomoleculares presentes nas cenas do episódio, sugerindo temas que podem ser trabalhados pelos professores em sala de aula (Quadro 2).

Quadro 2: Sugestões de Temas e Estratégias de Ensino Baseadas nos Conhecimentos Científicos, Tecnológicos e Paleogenéticos da Série Animada

TEMA	TEMPO (MINUTO)	OBJETIVO	ITENS DE DISCUSSÃO	ESTRATÉGIAS DE ENSINO SUGERIDAS
Estereótipos de Cientistas	6 a 10	Desmitificar a ideia de cientista criada pelas mídias	Como os cientistas são retratados nas mídias? Quais estereótipos de cientistas são comuns? Como essas representações afetam a percepção dos estudantes sobre a ciência?	Promover debates sobre como a mídia apresenta cientistas e suas implicações para a percepção dos estudantes sobre a ciência.
Laboratório de Paleogenética	6	Descrever o funcionamento de um laboratório de paleogenética	Como é um laboratório de paleogenética? Como os alunos pensam que é? Ele é como qualquer outro laboratório? Quais mobiliários e equipamentos o compõem? Existem protocolos de limpeza? Se sim, para quê? Como as instalações são distribuídas no prédio?	Visita virtual a um laboratório de genética [https://www.youtube.com/watch?v=F2pUjDT-fJQ], seguido de discussão comparativa com a animação.
Âmbar e o Potencial de Preservação de DNA Antigo	6 a 7	Discutir o âmbar como meio de preservação de fósseis e DNA	O que é o âmbar? Qual é a sua importância? Como ele preserva vegetais e animais em seu interior? O que é o DNA? Qual a diferença entre uma molécula de DNA atual e uma antiga? Qual foi o DNA mais antigo já descoberto? Qual é o limite temporal de preservação do DNA? Já tentaram extrair DNA de mosquitos em âmbar? O que limita a preservação de sangue e DNA de mosquitos em âmbar? Já foram descobertos restos de dinossauros em âmbar?	Dividir a turma em grupos para um júri simulado sobre a possibilidade de extração de DNA de fósseis preservados em âmbar.
Engenharia Genética	10	Introduzir os conceitos de engenharia genética e desextinção	O que é uma espécie em extinção? O que é a desextinção de espécies? Quais são as etapas do processo de desextinção? O que é a engenharia genética? O que é um gene? O que é a edição de genes (CRISPR)? O que é clonagem? É possível desextinguir espécies? Qual animal extinto é o melhor	Estudo de caso com comparações históricas: Compare casos reais de engenharia genética, como a clonagem da ovelha Dolly, com situações ficcionais apresentadas na mídia. Peça aos alunos para avaliar os impactos dessas tecnologias na

			candidato para desextinção? O que é um fóssil?	sociedade e na biologia. Como material de apoio, sugerimos a consulta ao Plano de Aula e à apresentação em PDF do conteúdo desenvolvido por Alves e Zabini (2024), disponível no link [https://encurtador.com.br/HrQvW].
Bioética	14	Explorar as implicações éticas da desextinção de espécies	Quais são os impactos da desextinção sobre o meio ambiente e os seres vivos atuais? Quais são as questões morais da criação de animais extintos em cativeiro? Existem riscos da desextinção associados à alteração de ciclos parasitários? Existem interesses comerciais ou bélicos relacionados à desextinção? Quais são os fatores imprevisíveis da manipulação genética?	Realizar uma atividade de debate sobre as questões bioéticas da desextinção, com os alunos divididos entre prós e contras.
Mecanismos Biológicos dos Dinossauros	11, 18	Abordar os processos de desenvolvimento dos dinossauros	De que forma os dinossauros não avianos nasciam? Qual era o tempo de desenvolvimento deles? O que é mitose celular? Como se dá a produção e a influência de hormônios nos seres vivos atuais? Já foram descobertos embriões fossilizados de dinossauros dentro de ovos? Qual é o papel dos hormônios no desenvolvimento dos dinossauros e dos seres vivos atuais? Quais características hormonais foram observadas em fósseis de dinossauros?	Explicar conceitos de biologia celular e hormonal usando dinossauros como exemplo, seguido de análise de embriões fossilizados.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A seguir, é possível encontrar informações adicionais, incluindo técnicas, organizadas em tópicos temáticos ao longo da análise detalhada dos conteúdos extraídos das cenas.

Caracterização do cientista

Inicialmente, traçamos o perfil do cientista representado nos episódios. O cientista da série animada, assim como nos filmes originais da franquia, é um personagem antagonista chamado doutor Henry Wu. Ele é o geneticista chefe do Laboratório de Paleogenética da *Masrani Global Corporation*, conhecido por sua pesquisa inovadora em engenharia genética aplicada à desextinção de dinossauros não avianos.

Quanto à sua caracterização física, Wu é um personagem sino-americano que veste sempre um jaleco branco e porta frequentemente em suas mãos uma prancheta azul. Ele está constantemente acompanhado de assistentes mais jovens como os personagens Eddie e uma mulher coadjuvante não identificada, que raramente aparece ao fundo das cenas (Figura 2).



Figura 2: Wu e os cientistas assistentes.

Fonte: *Jurassic World Camp Cretaceous*, Netflix (2023).

Quanto à caracterização social, a ideia transmitida na cena é de que Wu é sistemático, controlador, estando frequentemente atento em cada detalhe dos procedimentos que estão sendo executados no laboratório, e “atenado” com a tecnologia e transformação digital de sua época. Ademais, em uma das cenas (aos 6 min.), o doutor Henry Wu é chamado por outros personagens de mito e gênio que reviveu os dinossauros. Ao longo das cenas, o geneticista apresenta o típico estereótipo de cientista com uma postura imponente, auto-confiante, arrogante e mau-humorado, tratando com desdém os quatro visitantes adolescentes – Ben, Yasmina, Sammy e Brooklyn – que são levados pelos conselheiros do acampamento, Roxie e Dave, para uma visita ao laboratório de genética do parque.

Ainda em relação aos estereótipos masculinos ostentados pelo personagem, em uma próxima cena (7 min.), o geneticista não permite que Brooklyn filme dentro do laboratório. Porém, mais adiante (9 min.), ele acaba sendo seduzido por sua vaidade ao Brooklyn promover torná-lo famoso com seu programa na web. Em seguida, ele a questiona: Quantas pessoas te assistem nesse *webshow*? Wu aceita, então, conceder uma entrevista para os canais de mídia social da personagem. Durante a *live*, doutor Wu se apresenta aos internautas como PhD e explica que criar um dinossauro exige TIME: T de tecnologia; I de inventividade, e ME de mim mesmo.

Entende-se por estereótipo os rótulos, hábitos e comportamentos que são adquiridos e utilizados diariamente para dar significado a objetos, pessoas, coisas e profissões, e que estão sendo frequente e culturalmente empregados de forma inconsciente a partir de pessoa para pessoa, de discursos, de imagens, linguagens e/ou de visões (Jakubaszko, 2015). Percebemos que os estereótipos científicos do doutor Wu, representados na animação, estão de acordo com os que são identificados na literatura científica a partir de estudos de análise de desenhos animados, a saber: maioria dos cientistas representados por homens, utilizando-se de jaleco branco, na maior parte do tempo, trabalhando em laboratórios cheios de máquinas e computadores, com criações mirabolantes e geniais para resolver grandes problemas que só eles são capazes, além de quase sempre serem profissionais arrogantes e antissociais, vivendo apenas para o trabalho (Siqueira, 2006; Mesquita; Soares, 2008; Long *et al.*, 2010; Reznik *et al.*, 2019; Mota; Nobre, 2020).

Tendo em consideração que adolescentes aprendem mais com as mídias quando se identificam com os personagens retratados na programação (Long *et al.*, 2010), entendemos

que o personagem geneticista da animação exibe atributos científicos que provavelmente não encorajariam a identificação de telespectadores adolescentes com a carreira científica. Logo, surge aqui a importância do professor como um mediador que aproxima a realidade da ficção (Machado; Meirelles, 2018) e como aquele que contextualiza os conteúdos de ensino inseridos na animação a partir da realidade dos estudantes, a fim de despertar neles o interesse científico (Rosa *et al.*, 2018).

Visões sobre os procedimentos e técnicas utilizados no campo da Paleogenômica e suas implicações

Percebemos que é importante que os professores do Ensino Médio entendam que embora a animação apresente uma história fictícia, esta ao mesmo tempo traz consigo alguns elementos informacionais, a partir de imagens e falas, da realidade científica, que podem ser úteis para a inserção de discussões biomoleculares direcionadas em ambientes de aula (Gomes-Maluf; Souza, 2008; Machado; Meirelles, 2018; Lazzarin *et al.*, 2020; Chimes; Vieira, 2022). Portanto, obras de animação podem tornar-se um instrumento pedagógico de elo entre o real e a ficção quando corretamente contextualizadas.

O Laboratório de Paleogenética

Um dos tópicos a esse respeito introduzidos na animação relaciona-se à configuração e funcionamento de um laboratório de genética especializado em recuperação de moléculas de aDNA vestigial a partir de fósseis preservados em tempo profundo. Na animação, durante a visita ao Laboratório de Paleogenética (6 min.), a personagem Sammy expressa a seguinte fala: é tudo tão limpinho, enquanto Dave menciona que ali é onde a mágica acontece. A cena seguinte foca nos softwares, computadores e aparatos biotecnológicos ultra avançados que integram o laboratório (Figuras 3A e B).

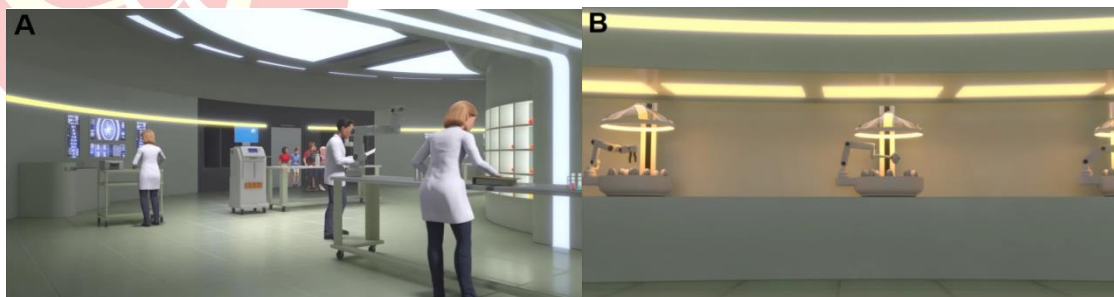


Figura 3: Laboratório de paleogenética: (A) Disposição dos equipamentos e mobiliários no ambiente; (B) Incubadoras com braços robóticos contendo ovos de dinossauros

Fonte: *Jurassic World Camp Cretaceous*, Netflix (2023).

Assim como apresentado na animação, no mundo real um laboratório de paleogenômica é composto por diversos equipamentos de última geração que auxiliam os pesquisadores em sua análise em nível molecular (Chen; edoluzhko, 2023). Quanto à limpeza do ambiente, a animação chamou a atenção para um ponto de discussão que é de fundamental importância para que as pesquisas paleogenômicas sejam realizadas com sucesso. A literatura científica mostra que a preparação e manipulação do aDNA são realizadas em instalações especializadas com pressão de ar positiva e protocolos de limpeza rigorosos (Orlando, 2021). Essas instalações são fisicamente separadas de outras áreas onde o DNA é manuseado para evitar a contaminação (Orlando, 2021). Existem diversos tipos de contaminação que podem ocorrer em um laboratório paleomolecular (Ramsøe *et al.*, 2020), e somente a partir do cumprimento dos devidos protocolos de limpeza e demais

procedimentos existentes para a área, é possível garantir a autenticidade dos achados moleculares (Ramsøe *et al.*, 2020; Orlando, 2021).

Âmbar e o potencial de preservação de aDNA

Em uma das cenas da animação (6-7min.), quando a personagem Sammy pega uma peça de âmbar fóssil, o doutor Wu o retira das mãos da adolescente. Esta cena soma-se a outras em que é mostrada na parede do laboratório uma coleção de amostras de âmbar contendo fósseis coletados de várias minas, operadas pela *Masrani Global Corporation*, localizadas em todo o mundo (Figuras 4A e B).



Figura 4: Peças de âmbares fossilizados: (A) Sammy segurando uma peça fóssil; (B) Coleção de âmbares na parede do laboratório

Fonte: *Jurassic World Camp Cretaceous*, Netflix (2023).

Percebemos que essas cenas também são úteis para a discussão em ambientes de aula sobre assuntos de interesse dos alunos vinculados à possibilidade de desextinção de espécies. Os filmes da trilogia *Jurassic Park* introduzem a história fictícia em que os cientistas da empresa Ingen conseguiram extrair aDNA de dinossauros não avianos que estava armazenado no interior de um mosquito aprisionado em âmbar. Porém, quando pensamos no mundo real, a pergunta que surge é: seria possível utilizar técnicas atuais da biologia molecular, a fim de identificar e recuperar aDNA de dinossauro não aviano do interior de um mosquito que foi aprisionado em âmbar?

O âmbar é originado a partir da fossilização e polimerização de resinas secretadas por vegetais gimnospermas e angiospermas (Pereira *et al.*, 2009). Os maiores depósitos de âmbar do mundo localizam-se na Europa entre os países que compõem a região do mar Báltico, principalmente Rússia e Polônia, e na América Central na República Dominicana (Pereira *et al.*, 2011), além de ocorrências na América do Norte, Ásia e Oceania. No Brasil, os depósitos de âmbar são provenientes de bacias sedimentares de cinco estados – Acre, Amazonas, Ceará, Piauí e Bahia. O âmbar atua como um fascinante dispositivo de preservação de animais e vegetais, mantendo em seu interior um microambiente semelhante a uma cápsula do tempo (Pereira *et al.*, 2011). Sendo o âmbar, em tese, uma substância impermeável, ele proporciona um tipo de fossilização chamada de *mumificação*, na qual ocorre a preservação parcial ou total de um ser vivo original por desidratação e/ou solidificação.

Devido a isso, encontram-se na literatura científica casos de grupos de pesquisa que já tentaram imitar a arte. Por exemplo, estudos investigaram a presença de DNA em insetos preservados em copal, uma resina subfossilizada, precursora do âmbar (Penney *et al.*, 2013; Modi *et al.*, 2021). Entretanto, o que os autores encontraram foram apenas vestígios de DNA do mosquito na forma de sequências curtas e extremamente degradadas quimicamente, indicando que, em geral, o DNA não se preserva em boas condições nesse tipo de material, em tempo profundo, a ponto de permitir a amplificação (cópias) e sequenciamento do material genético (DNA e RNA).

Existe um paradigma de longa data na Paleontologia relacionado ao limite temporal do DNA, isto é, uma suposição de que o DNA tem um prazo de validade e, portanto, não poderia sobreviver no registro fóssil além de 100 mil anos (Pan, 2020). Isso porque a literatura mostra que o DNA possui uma meia vida de apenas 521 anos (Allentoft *et al.*, 2012). Isso quer dizer que o DNA se deteriora numa taxa tão alta que ele perde metade de seu conteúdo original a cada 521 anos, o que tornaria um impeditivo para a sua preservação em tempo profundo. Entretanto, existem cada vez mais evidências acumuladas de preservação excepcional de material genético no registro fóssil que excederam os limites temporais de sobrevivência esperada, mostrando existir certas condições parcialmente compreendidas que contribuem na preservação do DNA para além do que se esperava anteriormente. Até o momento, as mais antigas sequências remanescentes de aDNA original, em quantidades significativas (acima de 30pb) foram extraídas de um fêmur de neandertal descoberto na Espanha, datado de 430 Ka (Meyer *et al.*, 2016), núcleos de gelo da Groenlândia de 700 Ka (Willerslev *et al.*, 2007), osso de cavalo recuperado de permafrost de 700 Ka (Orlando *et al.*, 2013), três molares de mamutes encontrados na Sibéria de 1 Ma (van der Valk *et al.*, 2021), e de um ecossistema vegetal em núcleos de permafrost da Groenlândia de 2 Ma (Kjær *et al.*, 2022).

Além do mais, ainda em relação ao âmbar, outro fator que limita a preservação de sangue e aDNA no interior de mosquitos aprisionados nesse dispositivo relaciona-se ao fato de que esses insetos são encontrados internamente ocultos, e isso ocorre porque "bactérias e enzimas continuam trabalhando no intestino, apodrecendo o inseto por dentro" (Ross, 1998, p. 33). Logo, quando o âmbar preserva mosquitos, ele tende a conservar o exoesqueleto externo, não os tecidos moles internos. Isso porque é o exoesqueleto que está em contato direto com a resina, que possui propriedades antimicrobianas (Ross, 1998). Por outro lado, já foram encontradas estruturas de dinossauros não avianos aprisionadas em âmbar. Por exemplo, têm sido relatadas penas penáceas (Perrichio *et al.*, 2008; McKellar *et al.*, 2011), um pedaço de uma cauda (Xing *et al.*, 2016) e elementos cranianos desses bichos (Xing *et al.*, 2020). Porém, em nenhum desses casos foi possível extrair vestígios de aDNAs. Logo, a ideia do achado de sangue e aDNA de dinossauro não aviano, por enquanto, continua apenas no reino da ficção.

O processo de desextinção de espécies e os aspectos ecológicos

Em uma das cenas da animação (10 min.), quando o doutor Wu é questionado pela personagem Sammy sobre o que vem a ser as informações genéticas expostas em monitores na parede, o paleogeneticista diz que é o "DNA de rã-arborícola" (Figura 5).



Figura 5: Informações genéticas de uma espécie de anfíbio envolvida na pesquisa dispostas em monitores de tela plana de alta resolução nas paredes

Fonte: *Jurassic World Camp Cretaceous*, Netflix (2023).

Na trilogia original de *Jurassic Park*, a narrativa mostra que o material genético proveniente do âmbar havia sido encontrado em pequena quantidade, logo, os pelegenetistas utilizaram-se de técnicas de engenharia genética para preencher lacunas do aDNA dos dinossauros não avianos com sequências de DNAs de outras espécies viventes como de um sapo comum (*Hyperolius viridiflavus*). Isso deu aos dinossauros híbridos a habilidade de se adaptar ao clima tropical e de mudar de sexo. Dessa forma, assim como nas obras filmográficas, a série animada segue mostrando coerência com a história original quanto à possibilidade de manipulação de genes a partir da engenharia genética de seres extintos. Entende-se por engenharia genética o conjunto de técnicas de análises moleculares que permite estudos de caracterização, expressão e modificação do material genético de seres vivos (Penna; Canola, 2010).

Ainda em relação à engenharia genética, em uma próxima cena da animação (10 min.), doutor Wu explica que os fósseis que aparecem sobre um carrinho de transporte são restos de mamute-siberiano, o que sugere que a equipe também está estudando fósseis de animais da era do gelo (Figura 6). Conforme sugerido na animação, há algumas décadas iniciaram-se os planos de aplicar a engenharia genética, por meio de edição genética e clonagem, a espécies selvagens já extintas, como no caso do mamute-lanoso (*Mammuthus primigenius*). Inicialmente, foi aplicada a técnica de sequenciamento genético a todo o genoma da espécie (Miller *et al.*, 2008) e depois analisadas as diferenças genéticas existentes entre a espécie extinta e os elefantes modernos (Lynch *et al.*, 2015), a fim de futuramente implementar a técnica de retrocruzamento.



& Ideias

Figura 6: Fósseis de mamute encontrados na Sibéria.
Fonte: *Jurassic World CampCretaceous*, Netflix (2023).

No presente, equipes de pesquisa vêm identificando genes de mamutes que auxiliavam na sua adaptação aos ambientes de clima frios, e tentando inseri-los em células de elefante modificadas, que foram quimicamente programadas para se comportar como as células embrionárias do seu parente extinto mais próximo, mamute lanoso, a partir da técnica de edição de genes conhecida como *CRISPR*, que figura como a mais inovadora ferramenta da engenharia genética, a fim de analisar se os elefantes viventes são úteis comobarrigas de aluguel para a recepção do material genético dos mamutes (Callaway, 2015; Shapiro, 2015). Os projetos atuais de *desextinção*, também conhecido por biorressurreição, estão no limite dos princípios éticos, já que ninguém sabe como o ressurgimento de espécies influenciará os ecossistemas modernos (Chen; Nedoluzhko, 2023). Além disso, embora tenha havido avanços no campo, as técnicas paleogenômicas ainda estão longe de ser suficientes para oferecer uma compreensão completa da história genética de organismos já extintos.

Baseados nesse contexto, sugerimos aos professores que discutam com seus alunos, ao longo da atividade de visualização da animação, sobre as etapas do processo de desextinção de espécies e sobre as questões ecológicas relativas aos impactos da desextinção sobre o meio ambiente e sobre os seres vivos atuais (Machado; Meirelles, 2008).

As implicações bioéticas da desextinção

Em uma das cenas da animação (14 min.), Brooklyn, ainda ansiosa para encontrar imagens emocionantes para seus seguidores nas redes sociais, se aventura em áreas restritas do laboratório do doutor Wu, onde encontra anotações em uma lousa branca com informações sobre os dinossauros do gênero *Tyrannosaurus rex*, *Edmontosaurus* e um saurópode não identificado. A personagem também encontra papéis de planta de projetos sobre a mesa, além de um arquivo confidencial no computador, que mostram resultados de experimentos clínicos associados a projetos de pesquisa ultrassecretos denominados, respectivamente, *Indominus rex* e E750 (*Scorpius rex*), realizados no laboratório (Figuras 7A, B e C).

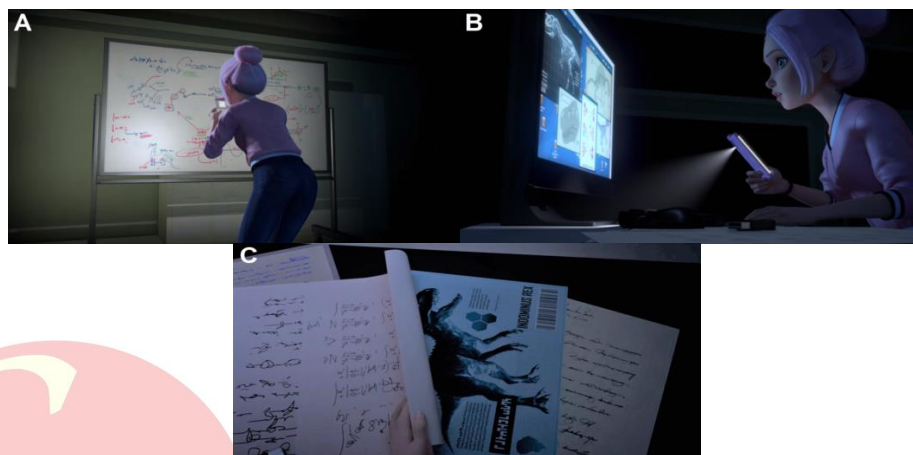


Figura 7: Brooklyn encontrando informações sigilosas de experimentos antiéticos de clonagem: (A) Informações em lousa branca; (B) Resultados do experimento secreto E750 (*Scorpius rex*); (C) Resultados do experimento com *Indominus rex*
Fonte: *Jurassic World Camp Cretaceous*, Netflix (2023).

Esta cena sugere que o doutor Wu é ambicioso a ponto de utilizar-se de técnicas da engenharia genética para preencher lacunas de aDNAs de dinossauros com os de outras espécies, para a criação de dinossauros híbridos monstruosos com características distintivas. Mais especificamente, para a criação do *Indominus rex*, Wu usou, de forma secreta, a manipulação do genoma de *Tyrannosaurus rex* e a adição à este do aDNA de vários outros terópodes, incluso do *Velociraptor* (inteligência) e *Giganotosaurus* (grande tamanho), espécies de anfíbios como o sapo choco (crescimento acelerado e mudanças na pele) e sapo de árvore (adaptação ao clima tropical), e uma cobra pit viper (cavidades especiais no crânio). A partir desse contexto, Moreira (2017) ressalta que o elemento especulativo *Indominus rex* é visto como um dos objetos centrais da obra, trazendo à tona temáticas de discussão relativas a conceitos inovadores na interface genética e paleontologia. Sua evolução ao longo da narrativa possibilita a abordagem de debates sobre a natureza da ciência e as questões bioéticas que envolvem sua criação, revelando assim os aspectos que permeiam a interação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

Tendo isso em consideração, sugerimos aos professores que discutam com seus alunos a respeito das implicações *bioéticas* envolvidas no processo de desextinção de espécies. São inúmeras as perspectivas de abordagem da bioética que podem ser introduzidas na discussão como, por exemplo, a problemática moral da criação dos animais em cativeiro em oposição ao domínio do ser humano, os riscos de bioressuscitar uma espécie e alterar ciclos parasitários, a manipulação genética em prol do ganho material e de ações armamentistas

para guerra entre países, a imprevisibilidade da manipulação genética em detrimento da vida e da segurança, entre outros tópicos (Machado; Meirelles, 2018; Lazzarin *et al.*, 2020).

Mecanismos biológicos envolvidos na ontogenia de dinossauros

Na animação, também é abordada a questão estruturante dos Mecanismos Biológicos envolvidos no tempo de desenvolvimento de dinossauros não avianos. Em uma das cenas (11 min.), um dos ovos de dinossauros do gênero *Ankylosaurus*, que está em uma incubadora, começa a eclodir de forma prematura, para surpresa do doutor Wu. Devido a isso, o bebê anquilossauro nasce com protuberâncias ósseas assimétricas em sua cabeça. O doutor Wu, então, explica aos adolescentes que os experimentos realizados no laboratório aceleram o crescimento de todos os dinossauros (Figura 8). Mais adiante (18 min.), a cena mostra o paleogeneticista retirando o bebê anquilossauro recém-eclodido das mãos do personagem Ben, com quem o filhote teve um *imprinting*. Em seguida, doutor Wu lhe explica que o espécime será inserido num rebanho de anquilossauros.



Figura 8: Ovos de anquilossauro acondicionados em incubadora

Fonte: *Jurassic World Camp Cretaceous*, Netflix (2023).

Essas cenas da série animada, semelhantemente ao que ocorre na maioria das cenas do primeiro filme da trilogia *Jurassic Park*, fornecem aos professores da Educação Básica um arsenal de tópicos que podem ser utilizados em ambientes de aula para o ensino, por exemplo, da mitose celular e da produção e influência de hormônios, uma vez que envolvem conteúdos atrelados aos mecanismos celulares bioquímicos e biofísicos orientados na BNCC (BNCC, 2018; Lazzarin *et al.*, 2020). Isso permitiria uma revisão sobre as divisões celulares existentes e sobre o papel dos hormônios vinculados ao processo reprodutivo e ontogenético dos dinossauros não avianos, uma vez que essa perspectiva é corroborada pela literatura científica. Pesquisas paleomoleculares, por exemplo, relatam que nos núcleos das células de dinossauros não avianos provavelmente ocorriam processos de mitose semelhantes aos que vemos em animais vivos (Bailleul *et al.*, 2020).

Quanto às questões hormonais, a literatura relata a presença de alguns embriões de dinossauros fossilizados dentro de ovos (García, 2007; Pu *et al.*, 2017; Chapelle *et al.*, 2020; Xing *et al.*, 2021. Xing *et al.*, 2022), inclusive de elementos esqueléticos embrionários excepcionalmente preservados com restos de material orgânico endógeno derivados de proteínas originais (Reisz *et al.*, 2013). Assim como em animais vivos, os hormônios provavelmente exerciam diversos papéis sobre a morfofisiologia dos dinossauros (Köhler *et al.*, 2012; Else, 2013). No caso do grupo dos saurópodes, tem sido sugerido que os hormônios estavam relacionados, por exemplo, à formação de características morfológicas do tipo *dentes de ovo* (García, 2007) e, em terópodes, a uma *posição dobrada* no interior de ovo, semelhante à das aves vivas (Xing *et al.*, 2021), além das *patologias* associadas às cascas de ovos (Wang *et al.*, 2016). Em embriões de ornitômiformes, os hormônios possivelmente participavam do metabolismo embrionário, influenciando em certos clados no

tamanho dos ovos e no padrão de eclosão altricial (Xing *et al.*, 2022), além do período de incubação e eclosão (Carmichael, 2017; Lee, 2017).

Com base no que foi apresentado, propomos, finalmente, que os trechos de cenas indicadas nas quais os conteúdos paleogenômicos estão presentes, sejam assistidos pelos alunos após uma explicação teórica introdutória, realizada pelo professor, que associe a sinopse do filme aos conteúdos da Genética, Biologia molecular e da Paleontologia. Isso porque pesquisas sugerem que essa estratégia estimula o foco e entendimento dos alunos de modo a se envolverem mais facilmente com o assunto discutido a partir de recursos de mídia, e a estarem abertos para discussões pertinentes em ambientes de aula (Freire; Caribé, 2004; Bezerra, 2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acreditamos que a escola, enquanto espaço social de aprendizagem, deve se apropriar cada vez mais da cultura *pop* de animações para tornar o processo de aprendizagem de paleontologia mais prazeroso e envolvente. Entendemos que a série animada *Jurassic World: acampamento jurássico* apresenta grande potencial educativo e, por isso, a recomendamos como alternativa lúdico-pedagógica aos professores de Biologia do Ensino Médio. Isso permitirá introduzir e motivar debates que promovam a criticidade e a investigação ao longo do processo de construção do conhecimento científico paleomolecular, a partir dos recortes de cenas indicadas neste trabalho.

Além das vantagens relacionadas aos alunos, percebemos que os benefícios do uso dessa estratégia se estendem aos professores, uma vez que pode proporcionar a eles mudanças em suas práticas pedagógicas. Portanto, nesse contexto, os resultados deste estudo tornam-se úteis como uma ferramenta didático-pedagógica para a introdução de assuntos atuais e o engajamento mais facilitado dos alunos em relação a conteúdos da Paleogenômica. É essencial destacarmos que isso não significa que se devam negligenciar outros métodos de entrega de conteúdos, tais como aulas expositivas, experimentais ou o uso de livros didáticos. O presente trabalho consiste tão somente em apresentar um elemento novo que venha a somar na construção de conhecimento paleontológico atualizado com base em uma cultura familiar ao estudante.

Quanto às limitações presentes na animação, identificamos que embora a série tenha surgido com novos efeitos e recursos e linguagem mais coloquial, a figura do cientista continua equivocadamente estereotipada, necessitando de uma atenção e visão crítica do professor ao abordar questões relativas à profissão cientista. Essa mediação torna-se fundamental para romper com estereótipos científicos e, assim, gerar engajamento e real identificação de alunos com a carreira científica paleogenética. A animação não representa a realidade das investigações científicas com dinossauros não avianos realizadas no Brasil, visto que a série tem sua origem nos Estados Unidos e, portanto, representa o panorama dos achados de grupos de dinossauros daquela região. Nossos resultados tornam-se adicionalmente úteis ao revelar a ausência de materiais pedagógicos audiovisuais para adolescentes que valorizem o patrimônio paleontológico regional, abrindo espaço para que futuros profissionais da animação possam se aventurar na produção nacional de tais recursos audiovisuais.

Agradecimentos

Este estudo foi apoiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, por meio da concessão da bolsa de doutorado e consequente realização da pesquisa. Agradeço à equipe editorial e aos

pareceristas anônimos da revista por suas valiosas contribuições, que foram fundamentais para o aprimoramento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ALLENTOFT, M. E.; COLLINS, M.; HARKER, D.; HAILE, J.; OSKAM, C. L.; ... BUNCE, M. The half-life of DNA in bone: measuring decay kinetics in 158 dated fossils. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 279, n. 1748, p. 4724-4733, 2012.

ALMEIDA, C. M. de; CARVALHO, A. S. T. de; ORIOLI, A. R. Análise dos Conteúdos de Evolução e Geociências em Livros Didáticos do Ensino Médio adotados em Escolas Públicas de Anápolis, Goiás. In: IX CONGRESO IBEROAMERICANO DE INCLUSIÓN EDUCATIVA Y SOCIODIGITAL, 1., 2017, Madrid. **Anais...** Madrid: Universidad de Alcalá, Servicio de Publicaciones Plaza de San Diego, 2017 (pp. 1595–1604).

ALVES, E. F.; GOMES, W. A.; MACHADO, M. F. Proposta de um Plano de Aula simplificado sobre Paleontologia Molecular para a inserção em disciplina de Biologia do Ensino Médio. **Revista Brasileira do Ensino Médio**, v. 4, p. 115-136, 2021.

ALVES, E. F.; GOMES, W. A.; SOLDANI, T. S.; MACHADO, M. F. Conhecimento sobre Paleontologia Molecular entre estudantes do Ensino Médio do Sul do Brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 15, p. e375111537279, 2022.

ALVES, E. F.; LIPPI, M. S. S. P. Análise do uso de elementos da paleontologia em livros didáticos de biologia no ensino médio. **ACTIO**, v. 6, n. 2, p. 1-24, 2021.

ALVES, E. F.; MACHADO, M. F. Perspectivas atuais sobre tecidos moles não mineralizados em fósseis de dinossauros não avianos. **Terrae Didactica**, v. 16, p. 1-14, e020028, 2020.

ALVES, E. F.; MACHADO, M. F. Frequência de preservação de biomateriais não mineralizados no registro fóssil de répteis mesozoicos: uma abordagem sobre pterossauros e répteis marinhos. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 44797-44821, 2021a.

ALVES, E. F.; MACHADO, M. F. Preservação excepcional de Biomateriais não mineralizados em fósseis do clado Avialae. **Anuario do Instituto de Geociências**, v. 44, n. 1, 2021b.

ALVES, E. F.; ZABINI, C. Proposta de plano de aula para o ensino da temática “desextinção de espécies” na graduação em Ciências Biológicas. In: SIMPÓSIO INTERFACES GEOCIÊNCIAS E ENSINO: 50 ANOS DE EXPERIÊNCIAS (1973-2023), 1., 2023, Campinas. **Anais...** Campinas, PECHT/UNICAMP, 2023. (p. 156-157). Disponível em: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12230.89920>; Material Suplementar em: <https://encurtador.com.br/HrQvW>. Acesso em: 12 out. 2024.

ARMITAGE, M. H. First Report of Peripheral Nerves in Post-Cranial Elements of *Cacops williston*, 1910, (Temnospondyli: Dissorophidae) from the Lower Permian Richards Spur, Oklahoma. **Microscopy Today**, v. 31, n. 1, p. 32-35, 2023.

BAILLEUL, A. M.; ZHENG, W.; HORNER, J. R.; HALL, B. K.; HOLLIDAY, C. M.; SCHWEITZER, M. H. Evidence of proteins, chromosomes and chemical markers of DNA in exceptionally preserved dinosaur cartilage. **National science review**, v. 7, n. 4, p. 815–822, 2020.

BANDEIRA, D. **Materiais didáticos**. Curitiba: IESD, 2009. 456p.

BERALDO, R. M. F.; MACIEL, D. A.. Competências do professor no uso das TDIC e de ambientes virtuais. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 20, n. 2, p. 209–218, 2016.

BERK, A. P. de Q. O uso de recursos audiovisuais na área de ensino de ciências: uma revisão bibliográfica em periódicos nacionais. **Ensino, Saude e Ambiente**, v. 12, n. 3, 121-p. 140, 2019.

BEZERRA, J. C. M. **O ensino da Paleontologia na Educação: desafios no processo de ensino-aprendizagem**. 2022. TCC (Graduação em Ciências Biológicas)– Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2022.

BILLERMAN, S. M.; WALSH, J. Historical DNA as a tool to address key questions in avian biology and evolution: A review of methods, challenges, applications, and future directions. **Molecular Ecology Resources**, v. 19, n. 5, p. 1115-1130, 2019.

BOSKOVIC, D. S.; VIDAL, U. L.; NICK, K. E.; ESPERANTE, R.; BRAND, L. R.; WRIGHT, K. R.; ... SIVIERO, B. C. Structural and protein preservation in fóssil whale bones from the Pisco Formation (Middle-Upper Miocene), Peru. **Palaio**, v. 36, n. 4, p. 155-164, 2021.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação, 2018.

BRASIL, G. D.; MÜNCHEN, S. V.; SCHWANKE, C. Tecnologias digitais para o ensino de paleontologia: análise de dispositivos móveis. **EDUCA - Revista Multidisciplinar em Educação**, v. 7, n. 17, p. 1561–1584, 2020.

BRUNSON, K.; REICH, D. The Promise of Paleogenomics Beyond Our Own Species. **Trends in genetics: TIG**, v. 35, n. 5, p. 319–329, 2019.

BUCKLEY, M. Paleoproteomics: na introduction to the analysis of ancient proteins by soft ionisation mass spectrometry. In: LINDQVIST, C.; RAJORA, O. P. **Paleogenomics**. Genome-scale analysis of ancient DNA. Switzerland: Springer Nature, 2018. (pp. 31-52).

CALLAWAY, E. Mammoth genomes provide recipe for creating Arctic elephants. **Nature**, v. 521, p. 18–19, 2015.

CARMICHAEL, S. W. Incubation of Dinosaur Eggs Determined by Microscopy. **Microscopy Today**, v. 25, n. 3, p. 8-11, 2017.

CHAPELLE, K. E.; FERNANDEZ, V.; CHOINIERE, J. N. Conserved in-ovo cranial ossification sequences of extant saurians allow estimation of embryonic dinosaur developmental stages. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1-10, 2020.

CHEN, N.; NEDOLUZHKO, A. Ancient DNA: the past for the future. **BMC genomics**, v. 24, n. 1, p. 309, 2023.

CHIMES, F.; VIEIRA, V. A ficção científica e o ensino de ciências: uma incursão biológica no mundo Jurassic Park. **Acta Scientiae Et Technicae**, v. 9, n. 1, p. 87-108, 2021.

CUNNINGHAM, J. A.; RAHMAN, I. A.; LAUTENSCHLAGER, S.; RAYFIELD, E. J.; DONOGHUE, P. C. A virtual world of paleontology. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 29, n. 6, p. 347–357, 2014.

DALACOSTA, K.; KAMARIOTAKI-PAPARRIGOPOULOU, M.; PALYVOS, J. A.; SPYRELLIS, N. Multimedia application with animated cartoons for teaching science in elementary education. **Computers & Education**, v. 52, n. 4, p. 741–748, 2009.

DREAMWORKS. **Jurassic World: Camp Cretaceous** [série de tv]. Produção de: Zack Stentz. Estados Unidos: Produtoras Universal Pictures, DreamWorks Animation e Amblin Entertainment, 2020-2022. Netflix, son., color.

ELSE, P. L. Dinosaur lactation?. **Journal of Experimental Biology**, v. 216, n. 3, p. 347–351, 2013.

FISCARELLI, R. B. de O. **Material didático: discursos e saberes**. Araraquara: Junqueira e Marin, 2008.

FREIRE, L. A.; CARIBÉ, A. L. **O filme em sala de aula: como usar**. Oficina Cinema-História, ed. 2, São Paulo: Perspectiva, 2004.

FREITAS, V. M.; QUEIRÓS, W. P.; LACERDA, N. O. Audiovisuais como temática de pesquisa em periódicos brasileiros de educação em ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 592-633, 2018.

GARCÍA, R. A. An “egg-tooth”-like structure in titanosaurian sauropod embryos. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 27, n. 1, p. 247-252, 2007.

GIBSON, H. L.; CHASE, C. Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitudes toward science. **Science Education**, v. 86, n. 5, p. 693-705, 2002.

GOMES, W. A.; MACHADO, M. F.; ALVES, E. F. Preservação excepcional de biomateriais não mineralizados em fósseis cenozoicos do clado Mammalia. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 14, p. e533111436739, 2022.

GOMES-MALUF, M. C. S.; SOUZA, A. R. de. A ficção científica e o ensino de ciências: o imaginário como formador do real e do racional. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 2, p. 271-282, 2008.

HIGUCHI, R.; BOWMAN, B.; FREIBERGER, M.; RYDER, O. A.; WILSON, A. C. DNA sequences from the quagga, an extinct member of the horse family. **Nature**, v. 312, n. 5991, p. 282–284, 1984.

IMDb. Jurassic World: Acampamento Jurássico. **IMDb**, 2023.

JAKUBASZKO, D. Quebrando estereótipos e rompendo preconceitos na sala de aula. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 14, n. 168, p. 1-16, 2015.

JONES, E. D. Ancient genetics to ancient genomics: celebrity and credibility in data-driven practice. **Biology & Philosophy**, v. 34, p. e27, 2019.

KJÆR, K. H.; WINTHER PEDERSEN, M.; DE SANCTIS, B.; DE CAHSAN, B.; KORNELIUSSEN, T. S.; MICHELSEN, C. S.; SAND, K. K.; JELAVIĆ, S.;... WILLERSLEV, E. A 2-million-year-old ecosystem in Greenland uncovered by environmental DNA. **Nature**, v. 612, p. 283-291, 2022.

KÖHLER, M.; JORDANA, X.; AANES, R. Seasonal bone growth and physiology in endotherms shed light on dinosaur physiology. **Nature**, v. 487, n. 7407, p. 358-361, 2012.

LAZZARIN, A. A.; CHRISTOFOLETTI, J. F.; SCHEIFELE, A. Jurassic Park e a ficção científica no ensino de Genética. In: XIV COLÓQUIO INTERNACIONAL "EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE", 8., 2020, São Cristóvão. **Anais...** São Cristóvão [online]: Universidade Federal de Sergipe, 2020.

LEE, S. A. Embryonic metabolism of the ornithischian dinosaurs *Protoceratops andrewsi* and *Hypacrosaurus stebingeri* and implications for calculations of dinosaur egg incubation times. **Physical review. E**, v. 95, n. 4-1, p. 042407, 2017.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H. **Biologia hoje**. 3 ed. v. 2. São Paulo: Ática, 2016.

LYNCH, V. J.; BEDOYA-REINA, O. C.; RATAN, A.; SULAK, M.; DRAUTZ-MOSES, D. I.; PERRY, G. H.; MILLER, W.; SCHUSTER, S. C. Elephantid genomes reveal the molecular bases of woolly mammoth adaptations to the Arctic. **Cell reports**, v. 12, n. 2, p. 217-228, 2015.

LOPES, S.; ROSSO, S. **BIO**. 3 ed. v. 3. São Paulo: Saraiva, 2016.

LONG, M.; STEINKE, J.; APPLGATE, B.; KNIGHT LAPINSKI, M.; JOHNSON, M. J.; GHOSH, S. Portrayals of Male and Female Scientists in Television Programs Popular Among Middle School-Age Children. **Science Communication**, v. 32, n. 3, p. 356-382, 2010.

MACHADO, M. H.; MEIRELLES, R. M. S. de. Proposta de atividade didática utilizando o filme Jurassic World como recurso para o ensino de Genética. In: V ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DO AMBIENTE, 2018, Niterói. **Anais...** Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2018.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MATOS, C. X.; SILVA, M. H. DA.; VICENTE, K. B. Prática docente e materiais didáticos na sala de aula. **Revista Panorâmica**, v. 33, p. 313-337, 2021.

McCLENNEN, S. A. **Howto do a close reading**. Dr. McClennen's close reading guide 5. Penn State Personal Web Server, 2001.

MCGAUGHRAN, A. Effects of sample age on data quality from targeted sequencing of museum specimens: what are we capturing in time? **BMC genomics**, v. 21, p. 1-10, 2020.

MCKELLAR, R. C.; CHATTERTON, B. D. E.; WOLFE, A. P.; CURRIE, P. J. A Diverse Assemblage of Late Cretaceous Dinosaur and Bird Feathers from Canadian Amber. **Science**, v. 333, n. 6049, p. 1619-1622, 2011.

MESQUITA, N. A. S.; SOARES, M. H. F. B. Visões de ciência em desenhos animados: uma alternativa para o debate sobre a construção do conhecimento científico em sala de aula. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 3, p. 417-429, 2008.

MEYER, M.; ARSUAGA, J.; DE FILIPPO, C.; NAGEL, S.; NICKEL, B.; MARTÍNEZ, I.; GRACIA, A.; DE CASTRO, J. M.; CARBONELL, E.; VIOLA, B.; ... PÄÄBO, S. Nuclear DNA sequences from the Middle Pleistocene Sima de los Huesos hominins. **Nature**, v. 531, n. 7595, p. 504-507, 2016.

MILLER, W.; DRAUTZ, D. I.; RATAN, A.; PUSEY, B.; QI, J.; LESK, A. M.; TOMSHO, L. P.; PACKARD, M. D.; ZHAO, F.; SHER, A.;... SCHUSTER, S. C. Sequencing the nuclear genome of the extinct woolly mammoth. **Nature**, v. 456, n. 7220, p. 387-390, 2008.

MINAYO, M. C. S. **O Desafio do Conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 14. ed. São Paulo – Rio de Janeiro: Hucitec, 2014.

MODI, A.; VERGATA, C.; ZILLI, C.; VISCHIONI, C.; VAI, S.; TAGLIAZUCCHI, G. M.; CARAMELLI, D.; TACCIOLI, C. Success ful extraction of insect DNA from recent copal inclusions: limits and perspectives. **Scientific Reports**, v. 11, p. 6851, 2021.

MOREIRA, P. H. A. **Potenciais didáticos pedagógicos do filme de ficção científica Jurassic Word: uma análise fílmica diferenciada**. 2017. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2017.

MOTA, I. de O.; NOBRE, Y. de O. M. Representações sobre ciência e cientista em Pokemon e Lilo & Stitch. **Línguas e Instrumentos Linguísticos**, v. 23, n. 46, p. 180–199, 2020.

MÜNCHEN, S. V.; SCHWANKE, C. O uso de aplicativos para o ensino de Geociências na educação básica. **Terraedidática**, v. 16, p. e020012, 2020.

NETFLIX. Jurassic Word: acampamento jurássico. **Netflix**, 2023.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Child and adolescent health and development: progress report 2009: highlights**. Genebra: World Health Organization, 2010.

ORLANDO, L.; GINOLHAC, A.; ZHANG, G.; FROESE, D.; ALBRECHTSEN, A.; STILLER, M.; SCHUBERT, M.; ... WILLERSLEV, E. Recalibrating *Equus* evolution using the genome sequence of na early Middle Pleistocene horse. **Nature**, v. 499, n. 7456, p. 74–78, 2013.

ORLANDO, L. Ancient DNA analysis. **Nature Reviews Methods Primers**, v. 1, n. 1, artigo 14, p. 1-26, 2021.

PÄÄBO, S. Molecular cloning of Ancient Egyptian mummy DNA. **Nature**, v. 314, n. 6012, p. 644–645, 1985.

PAN, Y. Molecular paleontology as na exciting, challenging and controversial field. **National Science Review**, v. 7, n. 4, p. 823, 2020.

PARROT ANALYTICS. United States TV audience demand for Jurassic World: Camp Cretaceous. **Parrot Analytics**, 2023.

PEDERSON, S. A.; TORTELLA, J. C. B. Close reading e a literatura infantil: estratégias de leitura para alunos do ensino fundamental. **Instrumento: Revista de Estudo e Pesquisa em Educação**, v. 18, n. 1, p. 51-62, 2016.

PENNA, J. B.; CANOLA, B. C. A evolução da Biotecnologia e da Engenharia Genética frente às implicações ambientais, ao biodireito e aos direitos fundamentais. **Revista da Faculdade de Direito da UFG**, v. 33, n. 2, p. 74/88, 2010.

PENNEY, D.; WADSWORTH, C.; FOX, G.; KENNEDY, S. L.; PREZIOSI, R. F.; BROWN, T. A. Absence of Ancient DNA in Sub-Fossil Insect Inclusions Preserved in 'Anthropocene' Colombian Copal. **PLoS ONE**, v. 8, n. 9, p. e73150, 2013.

PEREIRA, R.; CARVALHO, I. de S.; FERNANDES, A. C. S.; AZEVEDO, D. de A. Composição molecular e origem paleobotânica de âmbar da bacia do Araripe, Formação Santana. **Química Nova**, v. 32, n. 6, p. 1528–1533, 2009.

PEREIRA, R.; CARVALHO, I. S.; FERNANDES, A. C. S.; AZEVEDO, D. A. Composição molecular, aspectos quimiotaxonômicos e origem botânica de âmbar brasileiros. **Revista Virtual de Química**, v. 3, n. 3, p. 145–158, 2011.

PERRICHOT, V.; MARION, L.; NÉRAUDEAU, D.; VULLO, R.; TAFFOREAU, P. The early evolution of feathers: fossil evidence from Cretaceous amber of France. **Proceedings. Biologicalsciences**, v. 275, n. 1639, p. 1197–1202, 2008.

PU, H.; ZELENIITSKY, D. K.; LÜ, J.; CURRIE, P. J.; CARPENTER, K.; XU, L.; KOPPELHUS, E. B.; JIA, S.; XIAO, L.; CHUANG, H.;... SHEN, C. Perinate and eggs of a giant caenagnathid dinosaur from the Late Cretaceous of central China. **Nature Communications**, v. 8, n. 1, p. 1-9, 2017.

RAMSØE, A.; van HEEREN, V.; PONCE, P.; FISCHER, R.; BARNES, I.; SPELLER, C.; COLLINS, M. J. DeamidATE 1.0: Site-specific deamidation as a tool to assess authenticity of members of ancient proteomes. **Journal of Archaeological Science**, v. 115, 2020.

REISZ, R. R.; HUANG, T. D.; ROBERTS, E. M.; PENG, S.; SULLIVAN, C.; STEIN, K.; LEBLANC, A. R.; SHIEH, D.; CHANG, R.;... ZHONG, S. Embryology of Early Jurassic dinosaur from China with evidence of preserved organic remains. **Nature**, v. 496, n. 7444, p. 210-214, 2013.

REZNIK, G.; MASSARANI, L.; MOREIRA, I. de C. Como a imagem de cientista aparece em curtas de animação?. **História, Ciências, Saúde-manguinhos**, v. 26, p. 753–777, 2019.

ROSA, C. A.; OLIVEIRA, A. D. A.; ROCHA, D. C. Utilizando desenhos animados no ensino de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 2, p. 30-40, 2018.

ROSS, A. **Amber**. Cambridge: Harvard University Press, 1998. 73p.

SCHWANKE, C.; SILVA, M. A. J. Educação e Paleontologia. In: CARVALHO, I. S. (Ed.). **Paleontologia: conceitos e métodos**. Vol. 1., 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2010. (pp. 681-688).

SCHWEITZER, M. H. Reviews and Previews: The Future of Molecular Biology. **Palaeontologia Electronica**, v. 5, n. 2, editorial 2, p. 1-11, 2003.

SCHWEITZER, M. H. Molecular paleontology: some current advances and problems. **Annales de Paléontologie**, v. 90, n. 2, p. 81–102, 2004.

SCHWEITZER, M. H. Soft Tissue Preservation in Terrestrial Mesozoic Vertebrates. **Annual Review of Earth and Planetary Sciences**, v. 39, n. 1, p. 187-216, 2011.

SHAPIRO, B. Mammoth 2.0: Will genome engineering resurrect extinct species?. **Genome biology**, v. 16, p. 228, 2015.

SILVA, T. A. S.; ARAÚJO, A. S. Utilização de materiais didáticos como intervenção pedagógica no ensino de Paleontologia. **Cadernos da Fucamp**, v. 21, p. 25-45, 2022.

SILVA, D.; LEAL, L. Utilização do Instagram no ensino de Paleontologia. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 5, n. 1, p. 484-505, 2022.

SILVA, L. A. S.; MADIO, T. C. C. Documentos audiovisuais são arquivos? Reflexões a partir de conceitos clássicos e contemporâneos. **ÁGORA: Arquivologia em debate**, v. 23, n. 47, p. 35–56, 2013.

SILVA, C. N., MENDES, M. A. F., CARVALHO, M. M.; STROPPIA, G. M. Paleontologia e ensino básico: análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais e dos livros didáticos em Juiz de Fora, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 24, n. 1, p. 62–69, 2021.

SIQUEIRA, D. da C. O. O cientista na animação televisiva: discurso, poder e representações sociais. **Em Questão**, v. 12, n. 1, p. 131–148, 2006.

SOARES, A. P. Q.; MOTA, I. O. A. Paleontologia e o paleontólogo no imaginário cinematográfico. **ARTEFACTUM - Revista de estudos em Linguagens e Tecnologia**, v. 21, n. 1, p. 1-24, 2022.

SOARES, G.; SCALFI, G. Adolescentes e o imaginário sobre cientistas: análise do teste "Desenhe um cientista" (DAST) aplicado com alunos do 2º ano do Ensino Médio. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN. **Anais...** Buenos Ayres: OEI, 2014.

SUNDSTRÖM, A. S. S.; MORAES, J. B. E.; ALBUQUERQUE, A. C. Filme de ficção para a Ciência da Informação: um estudo sobre as abordagens de organização e representação temática. **Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**, v. 24, n. 54, p. 124–134, 2019.

THOMAS, B.; TAYLOR, S. Proteomes of the past: the pursuit of proteins in Paleontology. **Expert Review of Proteomics**, v. 16, n. 11-12, p. 881-895, 2019.

van der VALK, T.; PEČNEROVÁ, P.; DÍEZ-DEL-MOLINO, D.; BERGSTRÖM, A.; OPPENHEIMER, J.; HARTMANN, S.; XENIKOUDAKIS, G.; THOMAS, J. A.; ... DALÉN, L. Million-year-old DNA sheds light on the genomic history of mammoths. **Nature**, v. 591, n. 7849, p. 265–269, 2021.

XING, L.; MCKELLAR, R. C.; XU, X.; LI, G.; BAI, M.; PERSONS, W. S.; MIYASHITA, T.; BENTON, M. J.; ZHANG, J.; ... CURRIE, P. J. A Feathered Dinosaur Tail with Primitive

Plumage Trapped in Mid-Cretaceous Amber. **Current Biology**, v. 6, n. 24, p. 3352-3360, 2016.

XING, L.; O'CONNOR, J. K.; SCHMITZ, L.; CHIAPPE, L. M.; MCKELLAR, R. C.; YI, Q.; LI, G. Humming bird-sized dinosaur from the Cretaceous period of Myanmar. **Nature**, v. 79, n. 7798, p. 245–249, 2020.

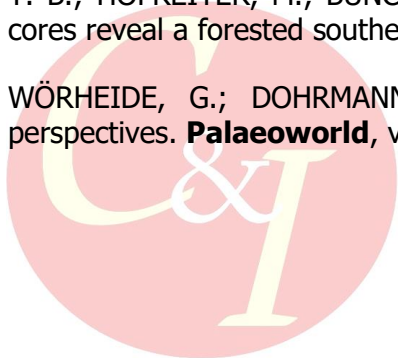
XING, L.; NIU, K.; MA, W.; ZELENITSKY, D. K.; YANG, T. R.; BRUSATTE, S. L. An exquisitely preserved *in-ovo* theropod dinosaur embryo sheds light on avian-like prehatching postures. **iScience**, v. 25, n. 1, 103516, 2021.

XING, L.; NIU, K.; YANG, T. R.; WANG, D.; MIYASHITA, T.; MALLON, J. C. Hadrosauroid eggs and embryos from the Upper Cretaceous (Maastrichtian) of Jiangxi Province, China. **BMC ecology and evolution**, v. 22, n. 1, p. 60, 2022.

WANG, S.; ZHANG, S.; SULLIVAN, C.; XU, X. Elongatoolithid eggs containing oviraptorid (Theropoda, Oviraptorosauria) embryos from the Upper Cretaceous of Southern China. **BMC evolutionary biology**, v. 16, p. 67, 2016.

WILLERSLEV, E.; CAPPELLINI, E.; BOOMSMA, W.; NIELSEN, R.; HEBSGAARD, M. B.; BRAND, T. B.; HOFREITER, M.; BUNCE, M.; ... COLLINS, M. J. Ancient biomolecules from deep ice cores reveal a forested southern Greenland. **Science**, v. 317, n. 5834, p. 111–114, 2007.

WÖRHEIDE, G.; DOHRMANN, M.; YANG, Q. Molecular paleobiology – progress and perspectives. **Palaeoworld**, v. 25, n. 2, p. 138–148, 2016.



Revista
Ciências & Ideias