

# UNINDO VISÕES, EXPLORANDO O UNIVERSO: UM PRODUTO EDUCACIONAL SOBRE MODELOS ASTRONÔMICOS CLÁSSICOS À LUZ DO DESENHO UNIVERSAL PARA APRENDIZAGEM

Gabriela Souza Santana<sup>1</sup>, André Luís Miranda de Barcellos Coelho<sup>2</sup>

Recebido: setembro/2024 - Aprovado: junho/2025

**RESUMO:** Este trabalho investiga o ensino de Astronomia com foco na Educação Inclusiva. A pesquisa qualitativa avalia um protótipo de material didático para o Ensino Fundamental II, baseado no Desenho Universal para Aprendizagem (DUA). A partir do diálogo com professores(as), buscamos compreender os desafios da formação docente para um ensino mais acessível. O protótipo desenvolvido é um recurso de baixo custo que simula o movimento retrógrado de Marte. Nossa questão central é: quais elementos considerar na criação de um material didático inclusivo sobre modelos astronômicos clássicos? Para respondê-la, exploramos os conceitos de DUA e analisamos a abordagem dos modelos astronômicos nos livros didáticos, destacando suas fragilidades conceituais e históricas. Os resultados apontam uma lacuna na formação inicial de professores(as) quanto à Astronomia e à Educação Inclusiva, refletindo-se na prática docente. Embora a maioria dos(as) participantes demonstrasse interesse por Astronomia, poucos possuíam um conhecimento aprofundado. Além disso, muitos desconheciam o DUA, embora houvesse interesse na adoção de recursos inclusivos. A pesquisa reforça a necessidade de mudanças curriculares na licenciatura e incentiva novas investigações sobre o ensino de Astronomia e a inclusão na educação científica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Astronomia, Desenho Universal para Aprendizagem, História da Ciência, Ensino Inclusivo.

**ABSTRACT:** This study investigates the teaching of Astronomy with a focus on Inclusive Education. The qualitative research evaluates a prototype of an educational resource for middle school, based on the principles of Universal Design for Learning (UDL). Through dialogue with teachers, we sought to understand the challenges of teacher training for more accessible instruction. The developed prototype is a low-cost resource that simulates the retrograde motion of Mars. Our central question is: what elements should be considered in the creation of an inclusive educational resource on classical astronomical models? To answer this, we explored UDL concepts and analyzed the representation of astronomical models in textbooks, highlighting conceptual and historical weaknesses. The results indicate a significant gap in initial teacher education

1 ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0004-0686-9169> - Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade de Brasília (UnB). E-mail: [gabrielasouzasantana08@gmail.com](mailto:gabrielasouzasantana08@gmail.com)

2 ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9761-5877> - Doutor em Educação em Ciências pela Universidade de Brasília (UnB). Professor do Instituto de Física da Universidade de Brasília (IF/UnB), Brasília, DF, Brasil. Sala 02 do NPEF (ICC Centro - Mezanino) - Universidade de Brasília, Campus Darcy Ribeiro. E-mail: [andre.coelho@unb.br](mailto:andre.coelho@unb.br)



regarding Astronomy and Inclusive Education, which is reflected in teaching practices. While most participants showed interest in Astronomy, few had in-depth knowledge of the subject. Additionally, many were unfamiliar with UDL, although they expressed interest in using inclusive resources. This research reinforces the need for curricular changes in teacher education programs and encourages further investigations into the teaching of Astronomy and the inclusion of students with diverse learning needs in science education.

**KEYWORDS:** Astronomy teaching, Universal Design for Learning, History of Science, Inclusive Education.

## 1. Contexto

**A**stronomia raramente é abordada na formação de biólogos(as) licenciados. No entanto, o ensino de Astronomia faz parte do currículo da Educação Básica, como previsto na BNCC (BRASIL, 2018). Futuros(as) professores(as) de Ciências enfrentarão essa temática, mas muitos(as) podem não se sentir preparados(as). Diante desse diagnóstico: como ensinar Astronomia no ensino básico sendo biólogo(a)? E, ainda, levando em consideração que o ensino inclusivo é uma demanda emergente no cenário escolar atual, como abordar conteúdos astronômicos de forma inclusiva?

Percebemos neste trabalho que necessidades levantadas pela Educação Inclusiva atravessam também o ensino de Astronomia. Para responder às questões anteriormente suscitadas, adotamos o Desenho Universal para Aprendizagem (DUA) como base teórica a qual pudesse revelar um possível caminho em relação a problemáticas identificadas no ensino inclusivo de Astronomia. O DUA amplia o conceito de acessibilidade para estratégias pedagógicas que beneficiam todos(as) os(as) estudantes (ZERBATO, 2018). Sua premissa é oferecer oportunidades equitativas no ensino, garantindo acesso ao conhecimento sem adaptações segregadas (CAST, 2014).

Dessa maneira, este trabalho tem como objetivo avaliar um protótipo de material didático inclusivo sobre modelos astronômicos clássicos para o Ensino Fundamental II, considerando os princípios do Desenho Universal para Aprendizagem e refletir, a partir da perspectiva de uma estudante de Ciências Biológicas. Pretende ainda investigar quais elementos são fundamentais para tornar o ensino desses conteúdos acessível e significativo a todos(as) os(as) estudantes. Realizamos, para tanto, uma breve incursão na história dos modelos universais clássicos de Aristóteles, Ptolomeu e Copérnico, principalmente. Escolhemos esse conteúdo por ser um tópico presente na estrutura curricular do ensino de Ciência, mas, eventualmente, abordado precariamente.

## 2. O Desenho Universal para Aprendizagem e a Educação Inclusiva

O termo “Desenho Universal” tem sua origem na expressão “*Universal Design*”, criada em 1987 pelo arquiteto estadunidense Ronald L. Mace. No Brasil, essa terminologia foi traduzida e amplamente adotada na produção acadêmica sobre o tema (CARLETTO; CAMBIAGHI, 2008). No campo da



arquitetura, o conceito visava à criação de espaços acessíveis a todas as pessoas, independentemente de suas características individuais. Essa proposta emergiu a partir das demandas de dois grupos sociais: (i) pessoas com deficiência, que enfrentavam dificuldades em ambientes convencionais, e (ii) profissionais da área urbana, como arquitetos, engenheiros e designers, que buscavam democratizar o uso dos espaços sem a necessidade de adaptações posteriores (CARLETTO; CAMBIAGHI, 2008).

No campo da educação, o Desenho Universal ganhou notoriedade com a criação do Centro de Tecnologia Especial Aplicada (CAST, em inglês) nos Estados Unidos, em 1984. A instituição tinha como objetivo desenvolver e aplicar novas tecnologias para favorecer a aprendizagem de pessoas com deficiência (ROSE; MEYER, 2002). Embora existissem políticas voltadas à acessibilidade de edifícios educacionais, percebeu-se que a acessibilidade não se estendia aos métodos e materiais didáticos. Inicialmente, o desenvolvimento de materiais adaptativos buscava integrar estudantes com deficiência ao currículo geral, porém, essa abordagem revelou-se insuficiente, pois o currículo permanecia inacessível. Essa constatação levou os pesquisadores do CAST a reavaliar a estrutura curricular, culminando na necessidade de transformá-lo para que fosse verdadeiramente inclusivo (ROSE; MEYER, 2002).

A solução proposta foi a criação de um currículo mais flexível e ajustável, dando origem ao conceito de Desenho Universal para Aprendizagem (DUA) (ROSE; MEYER, 2002). O CAST direcionou seus esforços para investigar práticas alinhadas aos princípios do DUA, mudando o enfoque sobre a deficiência. Em vez de considerar a deficiência como um fator inerente ao estudante, reconheceu-se que os currículos tradicionais eram inadequados para lidar com as diferenças individuais. Dessa forma, retirou-se dos alunos com necessidades específicas a responsabilidade de se adaptar a um ambiente não planejado para acolhê-los (SEBASTIÁN-HEREDERO, 2020).

O DUA é sustentado por três princípios fundamentais, descritos por Rose, Meyer e Gordon (2014):

- i. Engajamento: relacionado à motivação e autorregulação dos estudantes. Ambientes de aprendizagem devem oferecer diferentes opções para estimular o interesse, a persistência diante de desafios e o autoconhecimento.
- ii. Representação: reconhece que a forma como as informações são apresentadas influencia sua interpretação e compreensão. Assim, devem-se utilizar múltiplas representações, como diferentes linguagens, símbolos e recursos multimodais, para reduzir barreiras pedagógicas.
- iii. Ação e expressão: refere-se às estratégias de avaliação do desempenho dos alunos, garantindo apoio e feedbacks adequados. Além disso, busca criar oportunidades para que cada estudante expresse seu conhecimento da maneira mais eficaz para si.

Embora o DUA seja projetado para todos os estudantes, sua influência na Educação Inclusiva é particularmente significativa. No Brasil, o DUA é, inclusive, adotado como fundamento para a Lei Brasileira da Inclusão (Lei nº 13.146/2015). No cenário do ensino inclusivo, Lippe e Camargo (2009) apontam que uma das principais dificuldades para a implementação da inclusão dentro das escolas é a falta de preparo e capacitação adequada dos(as) professores(as) para atender estudantes com diferentes



necessidades específicas, sejam elas sociais, educacionais ou disciplinares. Os autores destacam o desafio imposto pelo modelo educacional vigente ao se pensar em uma escola verdadeiramente inclusiva. Este novo cenário requer mudanças estruturais importantes as quais evocam um novo projeto político pedagógico em termos instrumentais e didáticos.

Para que os resultados do DUA sejam efetivos, é fundamental investir no planejamento e na capacitação docente. Sem o suporte teórico adequado, professores podem se sentir inseguros para lidar com a diversidade presente em sala de aula, ampliando os desafios já existentes (OLIVEIRA; MUNSTER; GONÇALVES, 2019). Outro ponto essencial é a adaptação curricular. A flexibilização do currículo não implica redução de conteúdo, mas sim a adoção de estratégias que permitam a participação de todos(as) (LIPE; CAMARGO, 2009).

No ensino de Ciências, o DUA apresenta um grande potencial, especialmente em áreas que envolvem conceitos abstratos, como a Astronomia (SILVA; SANZOVO; LUCAS, 2022). Rodrigues, Camargo e Langhi (2021) destacam que, por ser tradicionalmente considerada uma ciência visual, a Astronomia pode excluir estudantes cegos ou com baixa visão. Estratégias inclusivas, como o uso de recursos táteis e auditivos, são fundamentais para romper com essa barreira.

### **3. O ensino de Astronomia e alguns desafios na Escola Básica**

Os conteúdos relacionados à Astronomia estão contemplados na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) dentro da unidade temática “Terra e Universo” da disciplina de Ciências do Ensino Fundamental. Esses conteúdos abrangem objetos de conhecimento desde o 1º ano dos anos iniciais até o 9º ano dos anos finais (BRASIL, 2018).

A BNCC enfatiza o compromisso com a promoção do letramento científico por meio do desenvolvimento da compreensão e interpretação dos meios naturais, sociais e tecnológicos em consonância com os objetos de conhecimento. Além disso, destaca a importância de um olhar crítico para as ações de intervenção nesses meios, sempre fundamentado nos aportes teóricos e processuais das Ciências. Dessa forma, o ensino de Ciências deve assegurar aos estudantes “o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica” (BRASIL, 2018, p. 321).

O eixo temático “Terra e Universo” visa caracterizar a Terra, o Sol, a Lua e outros corpos celestes, além de ampliar as experiências observacionais sobre o céu e os fenômenos celestes. Outro objetivo central é compreender o ser humano e os demais seres vivos enquanto habitantes do planeta Terra, ressaltando que os conhecimentos sobre a Terra e o céu foram concebidos de formas variadas por diferentes culturas ao longo da história.

Nos anos finais do Ensino Fundamental, há um aprofundamento dos conhecimentos sistêmicos sobre o planeta Terra (BRASIL, 2018). Paralelamente, os conhecimentos astronômicos são ampliados, enfatizando-se, com base em modelos, a explicação de fenômenos envolvendo os astros Terra, Lua e



Sol, possibilitando uma melhor compreensão da controvérsia histórica entre as visões geocêntrica e heliocêntrica (BRASIL, 2018, p. 238).

A BNCC destaca a relevância da história da Ciência e da diversidade intelectual no ensino de Ciências da Natureza. O documento incentiva ainda a utilização de modelos desde os anos iniciais para fundamentar a discussão sobre os modelos astronômicos heliocêntrico e geocêntrico, que são abordados nos anos finais (BRASIL, 2018). Concordamos com essa abordagem, pois entendemos que tais discussões são fundamentais para um ensino de Astronomia que seja fiel aos fatos históricos e ao processo de construção do conhecimento científico.

Langhi e Nardi (2014) apontam diversas justificativas defendidas por pesquisadores brasileiros para a importância do ensino de Astronomia nas escolas. Segundo os autores, essas justificativas são motores para inovações no trabalho docente nessa área. Entre os principais aspectos mencionados, destaca-se a contribuição do ensino de Astronomia para a visão do conhecimento científico como um processo construtivo dentro da história e filosofia das Ciências. Além disso, a Astronomia é um tema motivador para os estudantes, favorece atividades experimentais e práticas e possui um caráter altamente interdisciplinar.

Os autores também ressaltam que, devido ao déficit formativo específico na área, o livro didático é uma das principais fontes de informação para professores. Em trabalho posterior, Langhi e Nardi (2007) afirmam que os textos didáticos frequentemente apresentam concepções errôneas ou incompletas sobre Astronomia.

O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) aprovou para 2024 a 8ª edição da coleção “Ciências Naturais – Aprendendo com o Cotidiano” de Canto, Leite e Canto (2022), publicada pela editora Moderna. A análise do livro revela que o conteúdo sobre modelos astronômicos está na unidade C, logo após o tema da Gravitação Universal. O modelo geocêntrico é atribuído a Aristóteles e apresentado como o mais antigo, enquanto o modelo heliocêntrico é creditado a Copérnico. O texto sugere que a escolha entre esses modelos foi feita com base na comparação de previsões com as posições reais dos astros, mas não menciona contribuições de outras culturas (CANTO, LEITE e CANTO, 2022).

Cerca de 2000 a.C., os babilônios já utilizavam um modelo heliocêntrico, embora por razões teológicas, considerando o Sol como a força primária do universo (MAKOLKIN, 2010). Além disso, Aristarco de Samos (310 a.C. – 230 a.C.) foi um dos primeiros a defender o heliocentrismo e propor métodos para calcular distâncias celestes (PIRES, 2011).

Por fim, é necessário ressaltar que o modelo geocêntrico não foi completamente superado pelo heliocentrismo. Modelos geocêntricos ainda são utilizados em contextos específicos, como na modelagem de órbitas de satélites de telecomunicações. A persistência da dominância do geocentrismo no Ocidente por séculos deve-se a fatores que merecem ser amplamente discutidos no ensino de Astronomia.



### 3.1 Ciência, Revolução Científica e os Modelos Astronômicos Clássicos

A Ciência Moderna resulta de um longo processo de transformação iniciado na Antiguidade e desenvolvido na Idade Média, períodos essenciais para a formulação de seus conceitos fundamentais (POLITO, 2016). Durante o Renascimento, a Europa vivenciou um renascimento econômico e retomou contato com o conhecimento produzido pelos gregos, impulsionado pelas Cruzadas e pelas Grandes Navegações. Esse contexto favoreceu a circulação de ideias e transformações socioeconômicas que exigiam uma nova visão de mundo. Na Astronomia e Cosmologia, prevalecia a tradição medieval, que combinava teologia cristã e filosofia aristotélica (POLITO, 2016).

A Revolução Científica do século XVI estabeleceu uma distinção entre as concepções de mundo anteriores e as da ciência moderna. Antes desse período, as ciências não eram separadas, sendo agrupadas sob a filosofia natural, caracterizada por uma abordagem contemplativa e teórica. O método experimental, com testes de hipóteses e manipulação controlada das condições, consolidou-se apenas após essa revolução (POLITO, 2016).

Segundo Polito (2016), Aristóteles desenvolveu o primeiro sistema completo de física, que influenciou a ciência antiga e medieval por quase dois milênios. Diferente de Platão e dos pré-socráticos, que priorizavam explicações matemáticas, Aristóteles adotou um método empírico e qualitativo (POLITO, 2015). Como destaca Polito, “é sempre impossível falar sobre estrutura das leis e princípios de qualquer ciência em particular sem antes estabelecer sua metafísica” (2015, p.5), sendo fundamental definir uma ontologia científica. Aristóteles estabeleceu sua classificação da natureza com base em quatro causas: material, formal, eficiente e final (POLITO, 2015).

A noção de causa final influenciou o pensamento finalístico do século XIX e início do XX, como visto na teoria de Lamarck, que pressupunha um progresso contínuo das espécies rumo à perfeição (TIDON, 2014). Esse pensamento ofereceu resistência à teoria evolutiva de Darwin (MAYR, 2009). Aristóteles também definiu o conceito de movimento, distinguindo entre movimentos violentos e naturais, os quais expressavam a natureza essencial dos corpos (POLITO, 2015). No universo aristotélico, os astros celestes seguiam trajetórias circulares no mundo supralunar, enquanto os corpos terrestres obedeciam a leis distintas no mundo sublunar (POLITO, 2015). Essa divisão, aceita por séculos, só foi desafiada por Galileu no século XVII (POLITO, 2015, p.13).

Ptolomeu (90-168 d.C.) aperfeiçoou essa cosmologia, defendendo um modelo geocêntrico em que a Terra permanecia imóvel no centro do Universo (POLITO, 2016). No “Almagesto” (1451), utilizou matemática avançada para explicar fenômenos celestes, como o movimento retrógrado dos planetas, por meio dos conceitos de epiciclos e deferentes (PIRES, 2011). A retrogradação era explicada pela combinação de movimentos circulares ao redor de pontos excêntricos e equantes (DAMÁSIO, 2011).

Copérnico (1473-1543) propôs um modelo heliocêntrico, onde o Sol ocupava o centro e os planetas giravam ao seu redor em círculos. Embora sua teoria não diferenciasse quantitativamente o modelo ptolomaico, trouxe uma nova explicação para a retrogradação planetária (DAMÁSIO, 2011). Entretanto,



previsões como as fases de Vênus e a paralaxe estelar só puderam ser observadas posteriormente, com avanços tecnológicos promovidos por Galileu (DAMÁSIO, 2011). Copérnico foi crucial ao recuperar o uso da matemática para descrever os astros e romper com dogmas aristotélicos.

Entre Ptolomeu e Copérnico, houve críticas à física aristotélica, especialmente à sua dinâmica. No fim da Idade Média, já se discutiam conceitos como o vácuo, a rotação da Terra e um espaço infinito. Philoponus (490-570 d.C.) rejeitou a explicação aristotélica do movimento, propondo a teoria do Impetus, que permitia considerar o movimento no vácuo (ÉVORA, 1993). Oresme (1327-1382) contestou a estática da Terra, argumentando que a rotação terrestre não impediria que objetos lançados para cima retornassem ao mesmo ponto (ÉVORA, 1993, p.12). Essas críticas pavimentaram o caminho para a Revolução Científica.

As observações a respeito do movimento aparente dos astros celestes, em especial do movimento retrógrado dos planetas, foram essenciais para viabilizar uma retomada do estudo do movimento dos astros celestes e para a proposição de um sistema heliostático por Copérnico. Sobretudo, um sistema que fosse capaz de confrontar com outro já consolidado por séculos, nomeadamente o modelo de Ptolomeu.

## 4. Meios de pesquisa

Com base nas seções anteriores, identificamos a possibilidade de um diálogo entre a Educação Inclusiva, sob a perspectiva do Desenho Universal para Aprendizagem (DUA), e o ensino de Astronomia, especialmente sobre os modelos astronômicos clássicos.

Langhi (2011), citando Bretones (1999) e Dottori (2003), destaca que o empobrecimento curricular no ensino de Astronomia não se restringe à educação básica, mas também afeta o ensino superior. Muitos professores não recebem formação adequada para lecionar Astronomia. No ensino fundamental, o tema é geralmente abordado nas disciplinas de Ciências Naturais e Geografia, sendo que a maioria dos docentes possui formação em Ciências Biológicas (DOTTORI, 2003).

Na Educação Inclusiva, há um problema semelhante: os licenciados carecem de conhecimentos teórico-metodológicos sobre o ensino de alunos com necessidades educacionais específicas (PLETSCH; SOUZA; ORLEANS, 2017). Retomando o objetivo inicial dessa pesquisa, que é investigar quais elementos são fundamentais para tornar o ensino de Astronomia acessível e significativo a todos(as) os(as) estudantes, foi proposto a criação e socialização de um protótipo de material didático que simula o movimento retrógrado de Marte, um fenômeno essencial para o ensino de modelos astronômicos. Esse material foi planejado segundo os princípios do DUA para atender estudantes com e sem deficiência visual do 9º ano do Ensino Fundamental II.



## 4.1 Produto educacional

O produto educacional desenvolvido foi um protótipo de um material didático cujo objetivo central é atender algumas lacunas identificadas dentro da Educação Inclusiva e do Desenho Universal para Aprendizagem para ensino de Astronomia no Ensino Fundamental. Este modelo foi elaborado considerando como base o princípio da representação do DUA, o qual versa sobre a variação na oferta de representações para os(as) estudantes no que diz respeito à compreensão, a linguagem e a percepção.

A Figura 1 ilustra o protótipo desenvolvido. Ele foi confeccionado utilizando isopor, arame, papel EVA e mangueiras de aquário como materiais. O aparato é constituído de dois arcos semicirculares fixados em duas bases pequenas de isopor. As bases pequenas possuem 29 cm de comprimento e 11,5 cm de largura. Estas duas bases pequenas estão, por sua vez, fixadas em uma base maior, também de isopor. Esta base maior possui 53,5 cm de comprimento e 29 cm de largura. Nosso intuito é que o produto final seja grande ao ponto de que essas bases sejam posicionadas em mesas escolares (ou carteiras escolares, como queira chamá-las).

Figura 1. Protótipo do modelo didático que demonstra o movimento retrógrado do planeta Marte.



Fonte: Autores.

O primeiro arco representa o movimento regular das estrelas fixas no céu. Já o segundo, representa o movimento retrógrado do planeta Marte. Este último tem um formato tortuoso e produz uma espécie de “S” em seu percurso, de maneira tal que, ao ser percorrido, o movimento seja ora progressivo, ora retrógrado. Em cada arco há duas hastes com argolas, de 20 cm cada, para que o aprendiz seja capaz de percorrer os dois arcos ao movimentá-las.



## 4.2 Sobre o instrumento utilizado para obtenção de dados para a pesquisa

O protótipo do material didático foi apresentado em vídeo<sup>3</sup> a professores(as) de Ciências do Ensino Fundamental II de escolas públicas e privadas do Distrito Federal. Além disso, foi elaborado um questionário online, distribuído em grupos de redes sociais de professores(as). O questionário foi projetado para garantir o anonimato dos(as) respondentes, incentivando respostas mais sinceras.

Para garantir a acessibilidade do instrumento de pesquisa, foi elaborada a audiodescrição do protótipo juntamente a uma consultora profissional em audiodescrição. Esta audiodescrição foi incorporada ao vídeo disponibilizado no questionário.

Para os fins deste trabalho, o questionário, enquanto um instrumento de pesquisa, foi formulado inspirado nas orientações dadas por Leite (2019). Em sua proposta de validação de materiais educativos, a autora estabelece pressupostos básicos que devem nortear um quadro de questões ao avaliar um material educativo. Segunda ela: a avaliação destes objetos deve ser realizada em situações concretas; a avaliação deve ser participativa; o instrumento deve captar respostas de maneira sistematizada; o processo de validação necessita ser também um processo formativo e a validação deve contribuir para a melhoria e com a reescrita do material (LEITE, 2019).

A partir da sistematização das respostas aos questionários enviados, esses dados serão analisados e discutidos em diálogo com o referencial teórico apresentado nas seções 2 e 3. Para tanto, utilizou-se três eixos de análise inspirados no trabalho de Leite (2019), quais sejam: (1) Estética e organização do material educativo; (2) Conteúdo apresentado no material educativo; e (3) Criticidade apresentada no material educativo.

O eixo (1) diz respeito à forma e organização do material proposto. As perguntas elaboradas para este eixo são referentes à apresentação e explicação do protótipo do produto educacional proposto, aos materiais usados para sua confecção e a possíveis substituições destes materiais em uma futura versão final do produto. O eixo (2) diz respeito ao modo como os conteúdos relativos aos modelos astronômicos clássicos e ao Desenho Universal para Aprendizagem estão presentes no material educativo. Nesse eixo, o objetivo é conhecer a respeito do interesse acerca dos temas envolvidos em nosso produto, o conhecimento dos(as) professores(as) em relação a conceitos relativos aos modelos astronômicos clássicos e sobre a recepção dos(as) professores(as) em relação a materiais e propostas inclusivas. Finalmente, no eixo (3), as perguntas foram direcionadas a fim de avaliar o potencial crítico do material em relação às práticas inclusivas vigentes e ao que está posto nos livros didáticos em relação a conteúdos que versam sobre modelos astronômicos.

3 O link de acesso ao vídeo é: <https://youtu.be/G0ReNDNBcs4>.



## 5. Resultados e discussões (Avaliação de materiais)

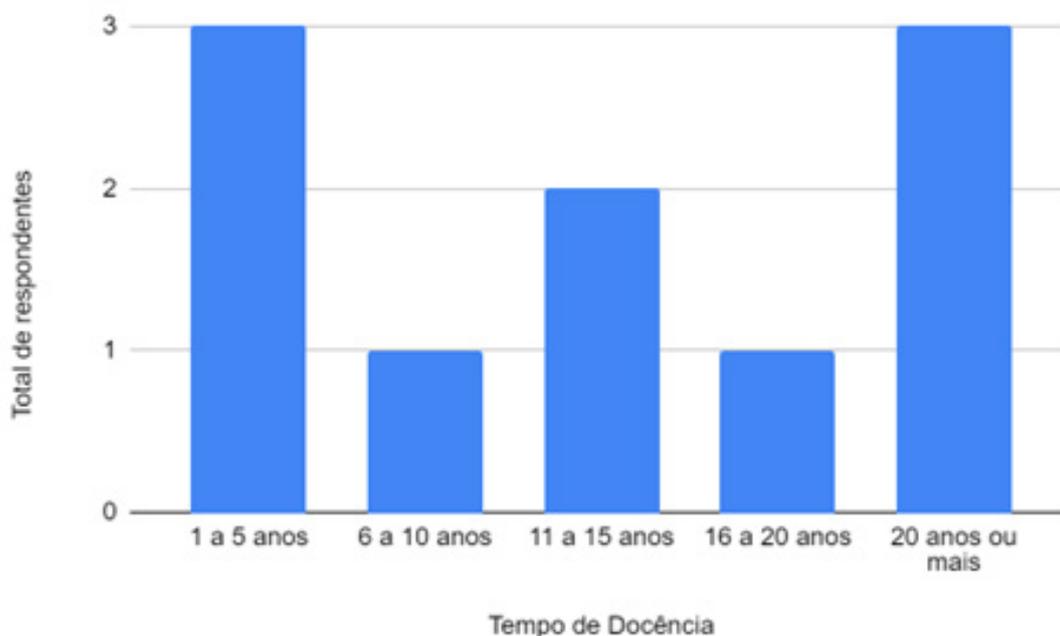
Conforme exposto anteriormente, o questionário foi disponibilizado de forma *online* para professoras e professores pelo aplicativo de mensagens instantâneas *Whatsapp*. Obtivemos o total de 10 respostas ao questionário.

### 5.1 Perfil dos respondentes

Em relação ao perfil dos respondentes, cinco categorias foram produzidas. Quais sejam: **Gênero**, **Tempo de atuação**, **tipo de escola** em que atua (pública ou privada), **área de formação** e **interesse** nos temas educação inclusiva e ensino de Astronomia.

Na categoria gênero, dentre os 10 respondentes, 5 pessoas se identificaram como pessoas do gênero feminino e as outras 5 do gênero masculino. Em relação ao tempo de atuação, 6 deles(as) declararam que atuavam em escola pública, enquanto os outros 4 em escola privada. Sobre o tempo de docência dos participantes, observamos um perfil bastante variado e equilibrado entre os respondentes. A Figura 2 apresenta os dados coletados.

Figura 2. Gráfico do número de respondentes em relação ao tempo de docência.



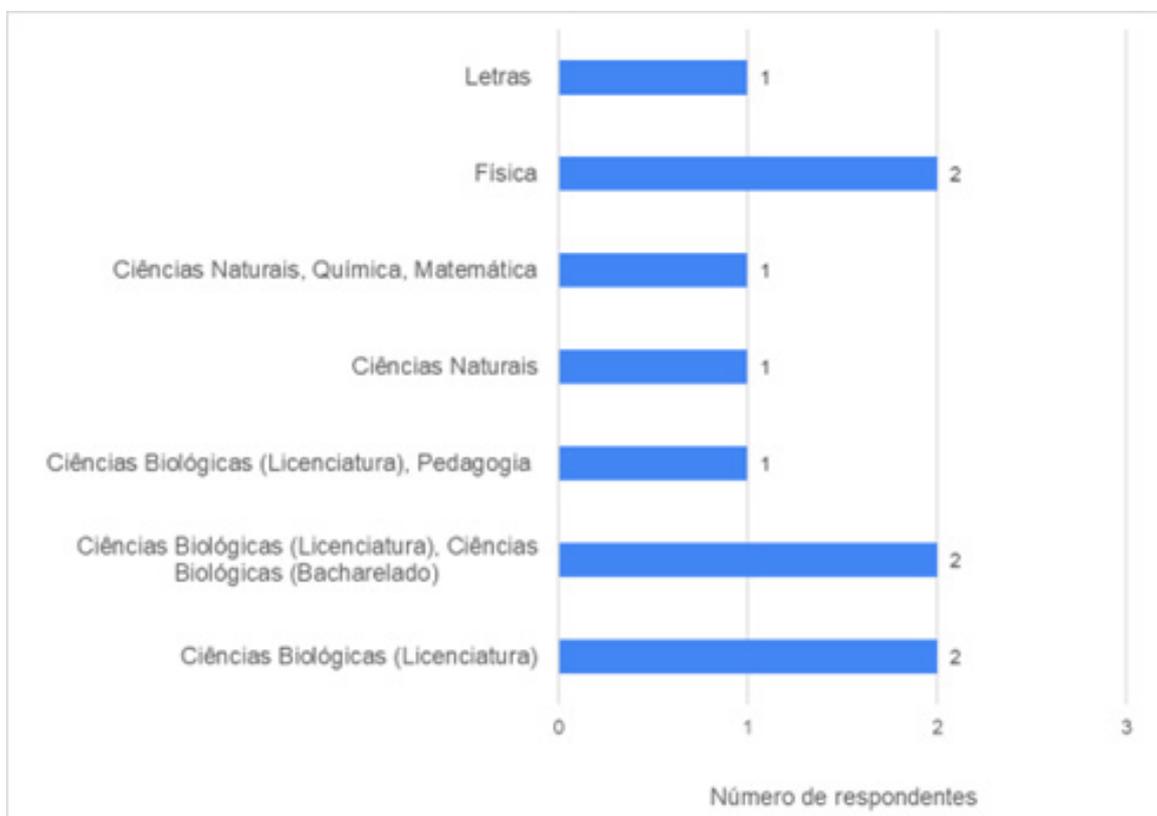
Fonte: Autores.

Os cursos de formação mencionados pelos respondentes foram: Licenciatura em Ciências Biológicas, Bacharelado em Ciências Biológicas, Matemática, Física, Ciências Naturais, Pedagogia, Letras e Química. Do total, 5 dos participantes são professores(as) formados em Ciências Biológicas (Licenciatura). Ainda



nesta categoria, 4 participantes afirmaram possuir mais de uma graduação. A distribuição dos cursos de formação pelo número de respondentes pode ser observada na Figura 3.

Figura 3. Gráfico referente a distribuição dos cursos de formação por respondentes.



Fonte: Autores.

Se tratando das formações específicas, verificadas nas perguntas de número 13 e 14 da parte 1 do questionário (Apêndice 1), 7 dos participantes afirmaram ter formação específica para inclusão na educação e 8 deles afirmaram ter formação específica para temas relacionados à Astronomia.

Em relação ao contato com alunos com necessidades educacionais específicas, 8 dos(as) professores(as) afirmaram ter ministrado aulas para alunos(as) com deficiência visual. E todos(as) eles(as) afirmaram ter ministrado aulas para alunos(as) com outras necessidades educacionais específicas. Entretanto, apenas 5 dos(as) respondentes afirmaram ter muito interesse pelo tema “Educação Inclusiva”. A respeito do interesse pelo Ensino de Astronomia, 6 dos(as) entrevistados(as) afirmaram ter muito interesse pelos temas “Modelos Astronômicos” e “Ensino de Astronomia”. Em relação a avaliação que os participantes fazem sobre o interesse de seus alunos e alunas sobre temas relacionados à Astronomia, 5 responderam como muito interessados.

Esse interesse que parte dos alunos e alunas têm pela Astronomia já foi diagnosticado por alguns pesquisadores. Conforme Langhi e Nardi (2014) discutem em seu trabalho, uma das justificativas para a presença do ensino de Astronomia na escola básica levantada pelos pesquisadores brasileiros é seu caráter motivador. Os autores sublinham o desenvolvimento da reflexão e reelaboração de determinadas estruturas



mentais ao se aprender Astronomia. Ainda segundo os autores, algumas facetas únicas da mente humana como o fascínio, admiração, curiosidade e motivação são estimuladas quando nos permitimos conhecer e compreender as dimensões do universo em que vivemos.

## Eixo 1: Estética e organização do material educativo

O eixo (1) diz respeito à forma e organização do material proposto. Dentre o total de participantes, 5 avaliaram como “muito suficiente” a explicação dada no vídeo que integrou o questionário *online*.

As perguntas números 2, 3, 4, 5, 6 e 7 da parte 2 do questionário (Apêndice 1) versam sobre os materiais utilizados na construção do protótipo e os que comporão a versão final do mesmo do produto. Exatamente 8 dos participantes avaliaram como viável os materiais utilizados para a construção do protótipo (isopor, mangueira de aquário e arames). O Quadro 1 apresenta as sugestões dadas por 4 dos 10 participantes em relação à pergunta “Tem alguma sugestão de material substituto para esses?”.

Quadro 1. Respostas dos(as) docentes em relação a materiais alternativos.

EVA poderia ser de ajuda
Observei que a base era de isopor. Acredito que para fixar melhor a madeira seria uma sugestão acessível.
Argila, EVA e nylon.
Talvez, a mudança do arame para alguma estrutura de plástico.

Fonte: autores.

A respeito de possíveis substituições de materiais para a versão final do produto e inclusão de novos elementos, a substituição da base de isopor por uma base de MDF e dos arames e mangueiras das hastes por cano PVC não foram possibilidades bem avaliadas pelos participantes. Somente 3 dos(as) participantes concordaram plenamente em substituir a base de isopor por MDF e 5 discordaram com a possibilidade do cano PVC ser usado para as hastes. Por outro lado, a possibilidade de ter arcos removíveis no produto foi bem avaliada, sendo que 9 dos(as) respondentes concordam com esta escolha.

Sobre a possibilidade de instalar um dispositivo sonoro que dispara quando se movimenta a haste no arco, 5 dos(as) participantes concordaram plenamente com a implementação sugerida. Por fim, pedimos aos nossos entrevistados que realizassem “Comentários gerais sobre os aspectos estéticos e organizacionais do material didático proposto” (Apêndice 1). Houve 3 respostas para esta pergunta aberta. Uma professora alertou para o fato de que “sinais sonoros podem assustar ou incomodar os autistas e deficientes”.

Na perspectiva do Desenho Universal para Aprendizagem, esta questão dos sinais sonoros é muito pertinente. Ela se torna ainda mais importante no contexto deste trabalho, pois buscamos aprimorar um produto educacional que faça sentido com o conceito do DUA. Zerbato (2018) nos atenta para o fato de



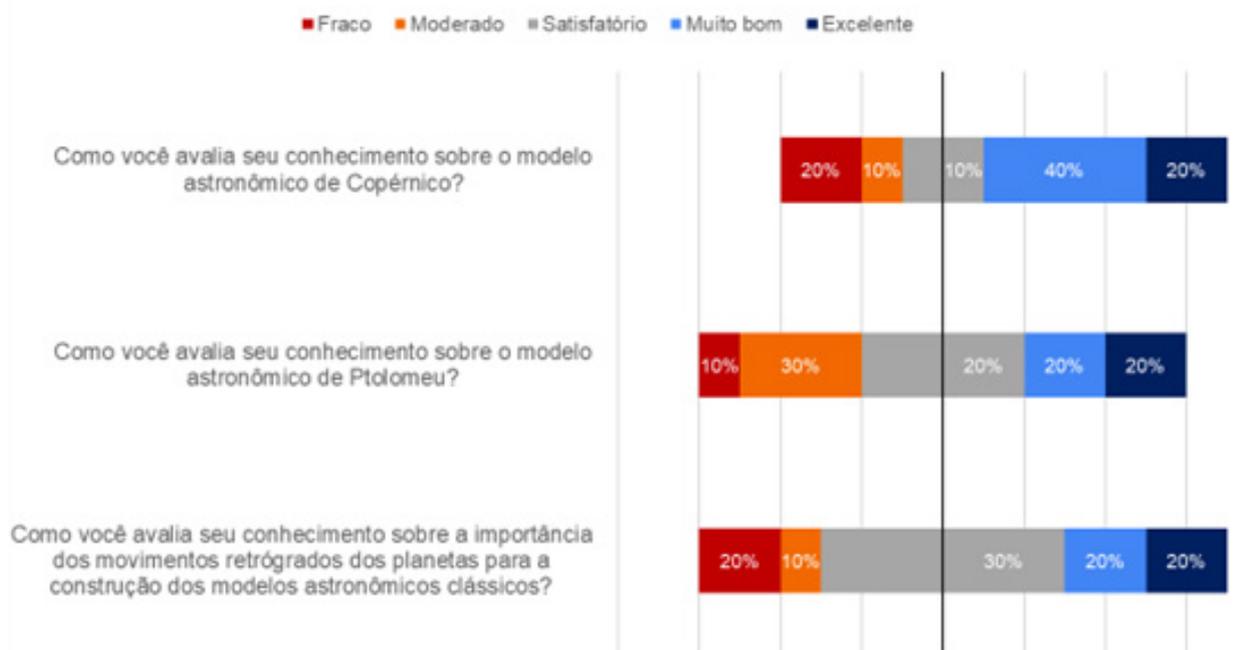
que a universalidade no DUA diz respeito principalmente ao acesso à aprendizagem. Este acesso deve ser universal para todos(as) alunos(as). Entretanto, são múltiplos os caminhos que podem ser pensados para se chegar até essa aprendizagem. Portanto, considerar as possíveis individualidades dentro de sala de aula, em especial quando estas individualidades são identificadas por professores(as) mais experientes, é valioso para o processo de construção pelo qual este trabalho também se compromete.

## Eixo 2: Conteúdo apresentado no material educativo

O eixo (2) diz respeito aos conhecimentos específicos dos(as) docentes acerca de conteúdos sobre modelos astronômicos e sobre o Desenho Universal para Aprendizagem.

As perguntas número 12 a 17 da parte 3 do questionário (Apêndice 1) versam sobre conhecimentos específicos a respeito de modelos astronômicos. A Figura 4 apresenta as respostas coletadas.

Figura 4. Gráfico acerca das respostas para perguntas a respeito do conhecimento dos professores sobre o conteúdo de modelos astronômicos. Quanto mais à direita, mais próximo é do 5 na escala Likert. Quanto mais à esquerda, mais próximo ao 1 da mesma escala.



Fonte: Autores.

Retomando Polito (2016), Évora (1993) e Pires (2011), destacamos que, para que haja uma compreensão esclarecida a respeito do sistema que Copérnico propõe e que marca o início da Revolução Científica do século XVI, temos que considerar o pano de fundo por trás deste sistema. Um contexto que se inicia desde o trabalho de Aristóteles. Conforme nos explica Damásio (2011) e Polito (2015), o sistema proposto por Ptolomeu foi de suma importância para que Copérnico pudesse então propor o seu. As mudanças de um sistema para outro foram mínimas e o sistema copernicano era, ainda menos, um sistema mais simplificado do que o de Ptolomeu (DAMÁSIO, 2011).



As baixas porcentagens de autoavaliação dos respondentes a respeito do conhecimento sobre estes tópicos, como mostrado na Figura 4, confirmam o cenário que Langhi e Nardi (2014) expõem em seu trabalho. Estes autores identificam a existência de falhas ligadas diretamente à formação inicial do professor com relação à Astronomia. Esta defasagem na formação inicial dos(as) docentes reflete diretamente nas dificuldades no momento de sua atuação em sala de aula. Diante o fato de que a maior parte dos respondentes declararam possuir formação específica em Astronomia, parece-nos que mesmo a formação continuada não é suficiente para garantir a qualidade que desejamos para o ensino desse assunto no Ensino Fundamental.

Neste eixo, foram realizadas também perguntas mais específicas sobre o tópico de modelos astronômicos clássicos. A exemplo, sobre a pergunta de múltipla escolha: “O movimento retrógrado de Marte, observado da Terra, se difere do movimento retrógrado realizado pelos planetas Mercúrio e Vênus. Qual das alternativas explica esta diferença da maneira correta?” apenas 2 dos(as) respondentes responderam-na de maneira correta<sup>4</sup>.

Sobre a pergunta aberta “Como você explicaria para um(a) aluno(a) o movimento retrógrado de Marte?”, as respostas foram organizadas no Quadro 2.

Quadro 2. Respostas dos(as) docentes em relação a explicação do movimento retrógrado de Marte.

Número da Resposta	Resposta
1	“Quanto mais distante do sol, mais demorado é o movimento em volta, e alguns têm movimentos diferentes por causa da massa, contudo na faixa que eu leciono não chegamos a esse ponto.”
2	“Sinceramente, ainda não parei para estudar sobre movimento retrógrado dos planetas, não sei como responder esta pergunta”
3	“Seria necessário aprofundar o tema e pesquisar a respeito.”
4	“Está desalinhado ao movimento atual do planeta Terra.”
5	“Por Marte ser um planeta interno.”
6	“Não explico”
7	“Explicaria usando a analogia de uma corrida em uma pista circular. Imagine uma corrida de atletismo em uma pista circular: quando um corredor em uma raia interna ultrapassa um corredor em uma raia externa, por alguns instantes, ele terá a impressão de que o corredor na raia externa está se movendo para trás, dando a sensação de um movimento retrógrado.”
8	“Não saberia”

<sup>4</sup> A resposta correta para esta pergunta é: “Pelo fato de Marte ser um planeta externo e Mercúrio e Vênus serem planetas internos”.



9	“Primeiro eu apresentaria o modelo geocêntrico e mostraria como esse modelo foi importante e duradouro. Depois mostraria como esse modelo precisou ser substituído por conta das evidências observadas. Então, aproveitaria para mostrar como o modelo geocêntrico não é compatível com o movimento retrógrado de Marte. Nesse contexto, destacaria como os modelos são importantes e como a ciência muda ao longo do tempo quando surgem novas evidências. Para finalizar, apresentaria uma simulação dos movimentos dos planetas com auxílio de um data show e pediria que os alunos se imaginassem observando o sistema solar a partir de outro planeta. Então, mostraria como as diferentes perspectivas de observação podem trazer noções de movimento diferentes. Apresentaria essa noção com base em referências do cotidiano, como uma pessoa dentro de um ônibus em movimento observando outra pessoa andando de bicicleta. A partir disso, faria a comparação da nossa observação sobre o movimento de Marte, descrevendo as diferentes órbitas da Terra e de Marte”
10	“Usando um relógio analógico”

Fonte: Autores.

A respeito das respostas observadas no Quadro 2, três dentre as quatro respostas dadas por professores(as) que negaram saber explicar o movimento retrógrado de Marte a seus(suas) estudantes foram realizadas por docentes formados em Ciências Biológicas. A outra resposta foi dada por um(a) docente formado(a) em Física. As respostas de números 7 e 9, conforme estão identificadas no Quadro 2, foram as mais adequadas para a explicação do fenômeno questionado. Elas foram feitas, respectivamente, por docentes formados(as) em Física e Ciências Naturais.

Questionamos também se os(as) respondentes saberiam dizer as diferenças entre o modelo astronômico de Ptolomeu e o de Copérnico. Dentre as respostas obtidas, 5 respondentes afirmaram saber a diferença, enquanto os outros 5 disseram não saber. Dentre estes 5 últimos, 4 deles são formados(as) em Ciências Biológicas.

Estes resultados apontam para a confirmação do diagnóstico que realizamos na seção 2 sobre o fato de que a formação em Biologia não é suficiente para preparar os(as) docentes para atuarem no ensino de Astronomia na escola básica, a despeito de esta ser uma demanda profissional real para esses(as) professores(as).

Ainda relacionado às diferenças entre os modelos astronômicos de Ptolomeu e Copérnico, pedimos àqueles que se sentissem à vontade para que as apontassem. Seis entrevistados (de um total de dez) responderam a esta pergunta. As respostas obtidas são mostradas no Quadro 3.



Quadro 3. Respostas dos(as) docentes em relação às principais diferenças entre os modelos astronômicos de Ptolomeu e Copérnico.

Número da Resposta	Resposta
1	“Ptolomeu coloca a terra parada e Copérnico em movimento, maneira bem rústica de explicar”
2	“O modelo de Ptolomeu tem por objetivo apresentar um modelo planetário, mais conhecido como geocentrismo, em que a Terra é o centro do universo e os demais planetas, o Sol e a Lua giram em sua volta. Além disso, estes corpos celestes apresentavam sistema de epiciclos. No modelo de Copérnico, este apresentava o modelo planetário conhecido como heliocentrismo, onde o Sol ocupa o centro do universo e os planetas, incluindo a Terra, orbitam ao seu redor.”
3	“Copérnico afirmou que o sistema solar está sob o modelo heliocêntrico em que o sol é o astro central e quando ptolomeu fala do modelo geocêntrico em que a terra é o centro do sistema.”
4	“O modelo de Ptolomeu é geocêntrico, colocando a Terra no centro do universo, com planetas e estrelas girando ao seu redor em órbitas complexas que incluem epiciclos para explicar movimentos retrógrados. Em contraste, o modelo de Copérnico é heliocêntrico, posicionando o Sol no centro, com a Terra e outros planetas orbitando ao seu redor em trajetórias mais simples e sem necessidade de epiciclos.”
5	“Modelo de Ptolomeu é geocêntrico, enquanto o modelo de Copérnico é heliocêntrico.”
6	“O modelo de Ptolomeu, a Terra era o centro e a abóbada girava. No de Copérnico o centro é o Sol.”

Fontes: Autores.

Sobre as 6 respostas detalhadas pelo Quadro 3, apenas uma delas, identificada como número 3, foi dada por uma docente formada no curso de Ciências Biológicas. A resposta de número 4 foi dada por um professor formado em Física que leciona há 17 anos na escola básica. Ela estaria totalmente correta caso o respondente não tivesse afirmado que o modelo de Copérnico é um modelo mais simples e não necessita de epiciclos, como o de Ptolomeu. Tal como discutimos na seção 3, isto não é verdade, apesar de constar em muitos livros didáticos.

Como afirma Damásio (2011), utilizar um critério de simplicidade baseado na inexistência de epiciclos na proposta heliostática, dada por Copérnico, não é sustentável. Para o autor, esta ideia comumente propagada poderia, inclusive, ter sido incentivada pelo próprio Copérnico. Isto porque ele mesmo afirma, no final de seu livro “Sobre a Revolução das Esferas Celestes”, que seriam necessários **apenas** 34 círculos para explicar o Universo, dando a entender que ele utilizou menos círculos em seu modelo astronômico que qualquer outro proponente. Damásio chama atenção ainda para o fato de que alguns livros, em especial livros didáticos utilizados no Brasil, parecem reforçar a ideia de que a adoção do modelo copernicano foi motivada pela sua simplicidade. De fato, o sistema copernicano não era a simplificação de um sistema ptolomaico complexo como registramos na seção 3.

Mesmo em um recorte no qual 8 dos(as) respondentes afirmaram possuir formação específica em Ensino de Astronomia, os resultados obtidos no eixo 2 de nosso questionário apontam para uma alta taxa de erros conceituais a respeito de conteúdos sobre modelos astronômicos. Langhi e Nardi (2014) entendem que por não ter acesso a um currículo que ofereça uma formação adequada em Astronomia,



muitos(as) professores(as) tendem a dois comportamentos: preferem não ensinar Astronomia ou buscar outras fontes de informações. Porém, conforme explicam os autores, “há carência de fontes seguras sobre Astronomia, pois até mesmo livros didáticos continuam apresentando erros conceituais” (LANGHI; NARDI, p. 56, 2014).

Sobre este último ponto levantado pelos autores sobre os livros didáticos, nosso trabalho foi capaz de detectar a ausência de criticidade dos respondentes a respeito de conteúdos presentes em livros didáticos. Para tanto, utilizamos recortes do livro didático citado na seção 3 (CANTO; LEITE; CANTO, 2022) que estavam flagrantemente errados, como analisamos na mesma seção.

Todos os professores concordaram com a afirmativa encontrada no referido livro didático que diz que “para decidir qual dos modelos, o geocêntrico ou o heliocêntrico, estava correto, era necessário comparar as previsões feitas pelos dois modelos com a real posição dos astros no céu observada a cada dia”. Apenas um professor não concordou com a afirmativa que “pode-se dizer que o modelo de Kepler é um aperfeiçoamento do modelo de Copérnico”. Este professor é um físico e atua na rede privada de ensino, inclusive. Assim também, apenas uma professora não concordou com a afirmativa de que “o modelo geocêntrico é mais antigo que o modelo heliocêntrico”. Curiosamente, a respondente é uma professora formada em Letras e atua na rede pública.

Adicionalmente sobre os aspectos relacionados ao livro didático, as perguntas de número 18 a 20 (Apêndice 1) versam sobre o seu uso em sala de aula. A propósito disso, 7 dos(as) respondentes afirmaram utilizar o livro didático em suas aulas. Além disso, 7 dos(as) respondentes também afirmaram encontrar o conteúdo de modelos astronômicos nos livros didáticos por eles(as) utilizados. Na questão 20, “Como você avalia os conceitos de Astronomia presentes nos livros didáticos que você conhece?”, dos 10 respondentes, 8 declararam não ter opinião ao avaliar os conceitos de Astronomia presentes nos livros didáticos enquanto corretos ou incorretos.

Langhi e Nardi (2007) apontam para o fato de que os erros conceituais presentes nos livros didáticos estão entre as questões ligadas às dificuldades do professor no ensino de Astronomia. O risco de ocorrência destes erros conceituais no ensino de Astronomia reside no fato de que o livro didático, enquanto um recurso pedagógico, é, na maioria dos casos, a única fonte de consulta utilizada pelo professor da educação básica para o preparo e execução de suas aulas.

Ainda neste mesmo trabalho, os autores discutem sobre as relações presentes entre as concepções alternativas referentes a Astronomia, de alunos(as) e professores(as), e os erros conceituais presentes nos livros didáticos. Os autores sublinham uma marcante semelhança entre essas concepções e os erros conceituais presentes nos livros. Porém, eles também alertam para o fato de que esse não é o único fator responsável pelas defasagens encontradas no ensino de Astronomia pois, grande parte dessas concepções alternativas se devem ao fato de que os(as) docentes não possuem uma formação adequada para Astronomia. Nesse sentido,

como o professor quase sempre não tem condições de identificar tais erros, suas concepções alternativas são reforçadas ou formadas por conta dessas falhas conceituais nos livros didáticos. Essa constatação leva à necessidade de atuação no



sentido de inserir corretamente tópicos de Astronomia durante a formação inicial ou continuada desses profissionais para que se capacitem, não só a realizar uma leitura crítica dos livros didáticos, mas também a trabalhar adequadamente com o ensino da Astronomia em suas aulas. (LANGHI; NARDI, 2007, p. 107).

Outra questão levantada neste eixo, foi a respeito da segurança que os(as) docentes sentiam ao lecionar sobre temas astronômicos e para alunos(as) com necessidades educacionais específicas. Para as duas, obteve-se um percentual maior de respostas neutras em relação às demais, nas quais a maioria dos(as) respondentes avaliaram como mediana sua segurança em relação ao ensino de Astronomia e a educação inclusiva.

Sobre a segurança ao lecionar temas relacionados ao conteúdo de Astronomia, 3 das respostas negativas (nada ou muito pouco seguro) foram dadas pelos(as) docentes formados em Ciências Biológicas. As duas respostas positivas para extremamente seguro foram dadas, respectivamente, por uma professora formada em Física e outra em Ciências Naturais. Por fim, uma professora formada em Letras declarou sentir-se bastante segura.

Acerca da segurança ao lecionar para estudantes com necessidades educacionais específicas, apenas 3 dos(as) docentes assinalaram respostas positivas. Como discutido na seção 2, parte significativa dos(as) professores(as) não possui a formação necessária para essa natureza de trabalho docente em sua formação inicial ou em sua formação continuada (LIPPE E CAMARGO, 2009).

Dando continuidade às questões relacionadas à inclusão, 6 dos(as) respondentes afirmaram ter pouco conhecimento a respeito do Desenho Universal para Aprendizagem e outros 2 afirmaram ter conhecimento moderado sobre o tema. Para esta pergunta em específico não houve nenhuma resposta positiva (“muito bom” ou “excelente”). Entretanto, 6 dos(as) respondentes afirmaram achar viável a produção de um material didático que pudesse ser utilizado por todos(as) alunos(as) (com e sem necessidades educacionais específicas).

A respeito da eficácia de materiais táteis voltados para a educação inclusiva, 6 dos(as) respondentes avaliaram como muito eficazes e 2 como pouco eficazes. Uma pessoa avaliou como eficaz e outra declarou não ter opinião sobre.

Questionamos também a respeito da frequência de produção de materiais inclusivos para as aulas. Exatos 4 dos docentes afirmaram nunca produzir este tipo de material e um raramente produz. Apenas 2 afirmaram sempre produzir materiais inclusivos para suas práticas em sala de aula. Entretanto, 6 dos(as) respondentes afirmaram utilizar recursos inclusivos em suas aulas. Foi pedido também para que justificassem suas respostas, sejam para o uso ou não uso de recursos inclusivos. O Quadro 4 apresenta as justificativas apontadas pelos(as) respondentes.



Quadro 4. Respostas dos(as) docentes em relação a utilização de recursos inclusivos.

O respondente utiliza recursos inclusivos?	Justificativa
Sim	“Porque mesmo crianças não especiais podem aproveitar dos materiais”
Sim	“Porque tenho alunos com deficiências e dificuldades no aprendizado.”
Sim	“Proporciona mais significado aos conteúdos.”
Sim	“Pois não gosto de livros didáticos.”
Sim	“Ajuda na realização das atividades.”
Sim	“Utilizo todo recurso que chegar em minha mão.”
Não	“Não”
Não	“Não tenho alunos com deficiência.”
Não	“Por falta de infraestrutura e conhecimento.”
Não	“Falta de recursos disponíveis.”

Fonte: autores.

Entende-se, neste ponto, que há uma importante diferença entre o produzir e utilizar um material que já está pronto. A maior parte dos(as) respondentes declararam utilizar recursos inclusivos, entretanto uma minoria afirma produzi-los. Duas das justificativas mostradas no Quadro 3 se referem a disponibilidade de recursos e infraestrutura para esses(as) docentes. Retomando a fala de Lippe e Camargo (2009), concordamos que seja de fato necessário que os(as) professores(as) estejam capacitados para lidar com as diferenças, com as singularidades e a diversidade de todas as crianças. Porém, assumir tal responsabilidade só será possível quando estes(as) educadores(as) estiverem adequadamente amparados. Não apenas uma formação alinhada aos preceitos da Educação Inclusiva, mas também com recursos disponíveis. E por recursos entendemos desde os subsídios financeiros até melhores condições de trabalho.

### Eixo 3: Criticidade apresentada no material educativo

A análise pretendida pelo eixo 3 diz respeito ao potencial crítico do material em relação às práticas inclusivas vigentes. Dentre os(as) 10 respondentes, 7 deles afirmaram que os alunos teriam interesse no material proposto caso fosse utilizado em sala de aula. Além disso, perguntamos aos respondentes se eles(as) utilizariam este material em suas aulas e 8 deles afirmaram que sim. As justificativas para suas respostas foram apresentadas no Quadro 5.



Quadro 5. Respostas referentes à pergunta: “Você usaria o material didático proposto em suas aulas? Por que?”.

O respondente usaria o produto educacional proposto?	Justificativa
Sim	“Se eu aceito uma proposta, eu uso o material disponível.”
Sim	“Porque além de ser uma forma experimental do conteúdo abordado, fornece ao estudante uma melhor compreensão da teoria e mostra como é possível a inclusão social para aqueles que possuem dificuldades na aprendizagem.”
Sim	“Considero uma proposta relevante. Através da interação com o palpável a aprendizagem se torna mais significativa proporcionando melhor aprendizado.”
Sim	“Para melhor desempenho na proposta.”
Sim	“Achei uma boa forma de trabalhar o movimento retrógrado de Marte para alunos com deficiência visual e para os alunos do Ensino Fundamental anos iniciais. “
Sim	“Auxiliar os estudantes.”
Sim	“Para alcançar mais estudantes e aumentar o interesse e curiosidade.”
Sim	“Todo recurso é importante para a aprendizagem.”
Não	“Demora muito para montar, meus alunos são muito devagar para fazer as coisas perdendo tempo de aula para os outros temas.”
Não	“Já disse que não trabalho com esse tema.”

Fonte: Autores.

Perguntamos também se, na opinião dos(as) respondentes, o material didático poderia ser utilizado por alunos(as) com outras necessidades educacionais específicas. Sobre esta pergunta, 8 deles responderam que sim. Como discutido na seção 2, o Desenho Universal para Aprendizagem tem como objetivo promover um contexto que seja sensível ao desenvolvimento de competências de aprendizagem por alunos(as), professores(as) e sistemas educacionais como um todo.

Verificar a possibilidade de uso da nossa proposição por alunos(as) que tenham outras necessidades educacionais específicas, senão aqueles(as) que são nosso público-alvo específico, é imprescindível para alinhar também nossos objetivos ao objetivo geral do DUA. E, nesse sentido, a partir das considerações dos participantes de nossa pesquisa, o protótipo apresentado parece se encaixar como uma ferramenta que atende ao princípio dos múltiplos meios de representação do DUA.

## 6. Considerações Finais

O Desenho Universal para Aprendizagem se mostrou como uma boa alternativa metodológica que, ao propor uma flexibilização curricular e das práticas de ensino, proporciona mais acessibilidade ao conhecimento e aprendizado na área de Ciências da Natureza para todos alunos e alunas. Ainda assim, infelizmente, identificamos que o DUA não era um conceito conhecido pela maioria dos(as) professores(as) entrevistados. Alguns(mas) dos(as) respondentes relataram ter dificuldades na produção de recursos inclusivos, mas que, quando estes recursos estão disponíveis, há um interesse em utilizá-los.



Conseguimos também captar algumas ponderações feitas pelos(as) professores(as) respondentes que são importantes para investigar a percepção dos(as) docentes sobre o protótipo de nosso produto educacional proposto. Inicialmente tínhamos pensado em algumas possibilidades para a versão final deste produto. Pedimos então que os(as) próprios(as) docentes avaliassem essas possibilidades. A maior parte dos(as) respondentes julgou como viável os materiais utilizados no protótipo. Mas a substituição da base de isopor por uma base de MDF e dos arames e mangueiras das hastes por cano PVC não foram possibilidades bem avaliadas pelos participantes. Dessa maneira, entendemos que para a versão final do material didático, os materiais já utilizados no protótipo, neste caso o arame, as mangueiras de aquário e o isopor, são suficientes. Este resultado se deu muito provavelmente por serem materiais de fácil acesso e de baixo custo. Além disso, a possibilidade de os arcos serem removíveis foi bem avaliada. Pensamos nessa alternativa justamente para facilitar o transporte do material didático.

Identificamos também que nossos resultados vão ao encontro de um cenário já antes ressaltado por autores e autoras presentes em nosso referencial teórico: existe uma defasagem curricular flagrante na formação inicial de professores(as) em relação a conhecimentos sobre Astronomia e da Educação Inclusiva refletida diretamente na prática docente e na formação de seus(as) estudantes. Os(as) professores(as) respondentes, embora tenham declarado possuir formação específica em Astronomia, não foram capazes de desenvolver um senso crítico em relação aos conteúdos de astronomia os quais julgamos mínimos e/ou necessários. Cabe ressaltar também que há um evidente contraste entre o alto interesse manifestado por nossos(as) respondentes em Astronomia e o aparente baixo nível de conhecimento demonstrado a respeito dessa mesma área.

Sendo assim, concordamos que o olhar reflexivo e propositivo sobre este período inicial na formação de qualquer professor(a) seria, portanto, uma das primeiras etapas para a melhoria da prática docente. Tal como mudanças curriculares nos cursos de licenciatura, em especial na licenciatura em Ciências Biológicas, com a oferta de um maior número de disciplinas sobre essas temáticas, por exemplo.

## Referências

ABNT NBR 16452, **Acessibilidade na comunicação – audiodescrição**, 2016.

BRASIL. Lei no 13.146, de 6 de julho de 2015. **Institui a lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência (estatuto da pessoa com deficiência)**. Brasília, 2015. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm)>. Acesso em: 31 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

BRETONES, P. S. **Disciplinas introdutórias e Astronomia nos cursos superiores do Brasil**. 1999. 187 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas, 1999.

CARLETTO, A. C; CAMBIAGHI, S. **Desenho Universal: um conceito para todos**. (Realização Mara Gabrielli). São Paulo, 2008.



CANTO, E. L.; LEITE, L. C; CANTO, L. C. **Ciências naturais aprendendo com o cotidiano: 9º ano. Manual do Professor.** 8ª ed. São Paulo: Moderna, 2022.

DAMASIO, F. . O início da revolução científica: questões acerca de Copérnico e os epiciclos, Kepler e as órbitas elípticas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, p. 1-6, 2011.

DOTTORI, H. A. **Ensinando ciências através da Astronomia: recursos didáticos e capacitação de professores.** Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br>>. Acesso em: 19 mai. 2024.

ÉVORA, Fátima R. R. **A revolução copernicano-galileana: Astronomia e cosmologia pré-galileana.** UNICAMP, Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência, 1993.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1: p. 87-111, 2007.

LANGHI, R. Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n.2, p. 373 – 399, 2011.

LANGHI, R.; NARDI, R. Justificativas para o ensino de Astronomia: o que dizem os pesquisadores brasileiros?. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 14, n. 3, p. 041–059, 2014.

LEITE, P. S. C. Proposta de avaliação coletiva de materiais educativos em mestrados profissionais na área de ensino. **Campo Abierto, Revista de Educación**, v. 38, n. 2, p. 185-198, 2019.

LIPPE, E.; CAMARGO, E. O ensino de Ciências e seus desafios para a inclusão: o papel do professor especialista. In: NARDI, R. (Org.) **Ensino de Ciências e Matemática**, I: temas sobre a formação de professores [online]. São Paulo: UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 258 p., 2009. Disponível em: <http://books.scielo.org>. Acesso em: 19 jul. 2023.

MAKOLKIN, A. The dawn of cosmology: sumerian, egyptian and phoenician concepts of the universe. **Biocosmology**. v.1, n.1, 2010.

MAYR, E. **O que é evolução.** 1ª ed. Rio de Janeiro: Rocco, 2009.

OLIVEIRA, A.; MUNSTER, M.; GONÇALVES, A. Desenho Universal para Aprendizagem e Educação Inclusiva: uma revisão sistemática da Literatura Internacional. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Bauru, v. 25, n.4, p. 675-690, 2019.

PIRES, A. S.T. **Evolução das Ideias da Física.** 3ª ed. Ed. Livraria da Física, 2011.

PLETSCH, M. D.; SOUZA, F. F.; ORLEANS, L. F. A diferenciação curricular e o desenho universal na aprendizagem como princípios para a inclusão escolar. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**, v.14, n.35, p.264-281, 2017.

POLITO, A. M. M. A Metafísica e a Física de Aristóteles. **Physicae Organum**, v. 1, n.2, p. 1-16, 2015.



POLITO, A. M. M. **A Construção da Estrutura Conceitual da Física Clássica**. São Paulo, Editora Livraria da Física, 2016.

RODRIGUES, F.; CAMARGO, E. ; LANGHI, R. Diálogos investigativos sobre as percepções da Terra e da Lua na perspectiva de estudantes com deficiência visual. **Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 2, p. e021006, 2021.

ROSE, D.H.; MEYER, A. **Teaching every student in the digital age: Universal design for learning**. Alexandria, ASCD, 2002.

ROSE, D.H.; MEYER, A.; GORDON, D. **Universal design for learning: Theory and Practice**. Wakefield, MA: CAST Professional Publishing, 2014.

SANTANA, G.; OLIVEIRA, R. Ensino de Astronomia: modelo tátil do Sistema Solar para alunos com deficiência visual. In: V Encontro Regional de Ensino de Biologia e VII Simpósio de Ciências Biológicas do Sudeste Goiano, 2019, Catalão, GO. **Anais [...]** Catalão, Go: Universidade Federal de Goiás, p. 569 - 570, 2019.

SEBASTIÁN-HEREDERO, Eladio. Diretrizes para o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA). **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 26, p. 733-768, 2020.

SILVA, K. R.; SANZOVO, D. T.; LUCAS, L. B. Desenho Universal para Aprendizagem no ensino de Ciências – Anos Finais do Ensino Fundamental: uma Revisão Sistemática de Literatura. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, [S. l.], v. 23, n. 4, p. 617–623, 2022.

TIDON, R. A teoria evolutiva de Lamarck. **Genética na escola**, v. 9, n. 1, p. 64-71, 2014.

ZERBATO, A. P. **Desenho universal para aprendizagem na perspectiva da inclusão escolar: potencialidades e limites de uma formação colaborativa**. 2018. Tese (Doutorado em Educação Especial). Centro de Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 2018.



## Apêndice

### Apêndice 1 - Questionário: Protótipo de material didático sobre movimento retrógrado de Marte

Prezado(a) Professor(a),

Agradecemos sua disponibilidade para participar desta pesquisa, que é parte integrante de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do curso de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília (UnB). O objetivo deste questionário é coletar dados importantes para nosso estudo e, para garantir a validade das respostas, pedimos que responda às perguntas de forma sincera e sem consultar qualquer material de apoio.

Gostaríamos de enfatizar que todas as informações fornecidas serão tratadas com o mais absoluto sigilo. Garantimos o anonimato de todos(as) os(as) participantes, e os dados coletados serão utilizados exclusivamente para fins acadêmicos, sem qualquer identificação individual.

Sua participação é de extrema importância para o sucesso desta pesquisa. Agradecemos, desde já, por sua colaboração.

#### Parte 1 - Identificação

1. Gênero:

a. Masculino                      b. Feminino                      c. Outro

Há quanto tempo você leciona na escola básica?

2. Atualmente, em que tipo de escola você atua?

Privada

Pública

3. Qual(is) curso(s) de graduação possui?

Biologia Licenciatura

Biologia Bacharelado

Ciências Naturais

Física

Química

4. Outros (Qual?)

Você é uma pessoa com deficiência?

Sim

Não



Em caso afirmativo, qual?

Tem ou teve alunos(as) com deficiência visual?

Sim

Não

Tem ou teve alunos com outras deficiências?

Sim

Não

Em caso afirmativo, quais?

De 1 a 5, como você avalia seu interesse pelo tema “Modelos Astronômicos”?

1 (Pouco interesse) a 5 (Muito interesse)

De 1 a 5, como você avalia seu interesse pelo tema “Ensino de Astronomia”?

1 (Pouco interesse) a 5 (Muito interesse)

De 1 a 5, como você avalia seu interesse pelo tema “Educação Inclusiva”?

1 (Pouco interesse) a 5 (Muito interesse)

Você possui formação específica para inclusão na educação?

Sim

Não

Você possui formação específica para temas relacionados à Astronomia?

Sim

Não

Você trabalhou o tema “Modelos Astronômicos” com seus alunos nos últimos 5 anos?

Sim

Não

Algum livro didático com o qual você trabalhou nos últimos 5 anos com seus alunos aborda o tema “Modelos Astronômicos”?

Sim

Não

## **Parte 2 - Estética e organização do material educativo**

1. Como você avalia a explicação dada por mim no vídeo?

(Muito insuficiente) 1 a 5 (Muito suficiente)

2. Os materiais utilizados na construção de nosso protótipo foram isopor, mangueira de aquário e arames.

Você avalia que são materiais viáveis para serem utilizados no seu contexto profissional?



Sim

Não

3. Tem alguma sugestão de material substituto para esses?

4. Em nosso protótipo a base maior é de isopor (53cm de comprimento). Pensamos que ela na versão final (de 1 metro de comprimento) pudesse ser feita de mdf. Como você avalia essa escolha?

1 (Discordo fortemente) a 5 (Concordo plenamente)

5. Em nosso protótipo os arcos são feitos de arame e mangueira de aquário. Pensamos que eles, no material final, pudessem ser feitos com cano PVC finos. Como você avalia essa escolha?

1 (Discordo fortemente) a 5 (Concordo plenamente)

6. Pensamos na possibilidade de que os arcos pudessem ser removíveis. No nosso protótipo eles são fixos. Como você avalia essa possibilidade?

1 (Discordo fortemente) a 5 (Concordo plenamente)

7. Pensamos em instalar um dispositivo sonoro que dispara quando se movimenta a haste no arco. Como você avalia essa ideia?

1 (Discordo fortemente) a 5 (Concordo plenamente)

8. Comentários gerais sobre os aspectos estéticos e organizacionais do material didático proposto. (Opcional)

### **Parte 3 - Conteúdo apresentado no material educativo:**

1. De 1 a 5, como você avalia o interesse dos alunos por temas relacionados à Astronomia?

1(Pouco interesse) a 5(Muito interesse)

2. De 1 a 5, quão seguro(a) você se sente ao ensinar temas relacionados à Astronomia?

1(Nada) a 5(Extremamente)

3. De 1 a 5, como você avalia seu conhecimento sobre a importância dos movimentos retrógrados dos planetas para a construção dos modelos astronômicos clássicos (Aristóteles, Ptolomeu, Copérnico e Kepler)?

1 (Fraco) a 5(Excelente)

4. O movimento retrógrado de Marte, observado da Terra, se difere do movimento retrógrado realizado pelos planetas Mercúrio e Vênus. Qual das alternativas explica esta diferença da maneira correta?

Pelo fato de Marte ser um planeta externo e Mercúrio e Vênus serem planetas internos.

Por causa das diferentes velocidades em que estes planetas orbitam o Sol.

Pelo fato de Marte ser um planeta interno e Mercúrio e Vênus serem planetas externos.

Porque Marte está mais próximo da Terra do que Mercúrio e Vênus.

Como você explicaria para um(a) aluno(a) o movimento retrógrado de Marte?



5. Como você avalia seu conhecimento sobre o modelo astronômico de Ptolomeu?

1 (Fraco) a 5(Excelente)

6. Como você avalia seu conhecimento sobre o modelo astronômico de Copérnico?

1 (Fraco) a 5(Excelente)

7. Você saberia dizer quais são as diferenças entre o modelo de Ptolomeu e Copérnico?

Sim

Não

8. Em caso afirmativo, aponte-as.

De 1 a 5, o quanto você utiliza o livro didático em suas aulas?

1 (Raramente) - 5 (Frequentemente)

9. O conteúdo abordado no nosso trabalho (Modelos Astronômicos) também é assunto de livros didáticos?

Sim ou Não?

10. Como você avalia os conceitos de Astronomia presentes nos livros didáticos que você conhece?

1 (Totalmente incorretos) a 5 (Totalmente corretos)

11. De 1 a 5, quão seguro(a) você se sente ao lecionar para estudantes com necessidades educacionais específicas?

1(Nada) a 5(Extremamente)

12. Como você avalia seu conhecimento sobre o conceito de Desenho Universal para Aprendizagem?

1 (Fraco) a 5(Excelente)

13. De 1 a 5, como você avalia a eficácia de materiais táteis voltados para a educação inclusiva?

1 (Pouco eficazes) a 5(Muito eficazes)

14. Como você avalia a viabilidade de produzir um material didático que possa ser utilizado por todos(as) alunos(as) (com e sem necessidades educacionais específicas)?

Pouco viável

Muito viável

15. Com qual frequência você produz materiais didáticos inclusivos?

1 (Nunca produzi) a 5 (Sempre produzo para as turmas)

16. De 1 a 5, como você avalia o interesse dos(as) alunos(as) caso utilizasse nossa proposta de material didático em sua sala de aula?

1(Pouco interesse) a 5(Muito interesse)

17. Nosso material didático é baseado na proposta do Desenho Universal para Aprendizagem, especialmente para estudantes com deficiência visual. Em sua opinião, este material didático poderia ser utilizado por alunos(as) com outras necessidades educacionais específicas?

Sim ou não.



18. Em caso afirmativo, quais?

#### **Parte 4 - Críticidade apresentada no material educativo**

1. Você usaria o material didático proposto em suas aulas?

Sim

Não

Por que?

2. Sobre a seguinte afirmativa: Para decidir qual dos modelos, o geocêntrico ou o heliocêntrico, estava correto, era necessário comparar as previsões feitas pelos dois modelos com a real posição dos astros no céu observada a cada dia. Você concorda com ela?

Sim

Não

3. Sobre a seguinte afirmativa: Pode-se dizer que o modelo de Kepler é um aperfeiçoamento do modelo de Copérnico. Você concorda com ela?

Sim

Não

4. Você concorda com a afirmativa de que o modelo geocêntrico é mais antigo que o modelo heliocêntrico?

Sim

Não

5. Você costuma utilizar recursos inclusivos em suas aulas?

Sim

Não

Por que?