

RÉGUA DE FRAÇÕES COMO RECURSO DIDÁTICO PARA ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL: UMA EXPERIÊNCIA DE PROTOTIPAGEM

RULER OF FRACTIONS AS A DIDACTIC RESOURCE FOR VISUALLY IMPAIRED STUDENTS: A PROTOTYPING EXPERIENCE

LA REGLA DE FRACCIÓN COMO RECURSO DIDÁCTICO PARA ESTUDIANTES CON DISCAPACIDAD VISUAL: UNA EXPERIENCIA DE PROTOTIPOS

Edilaine Breves dos Santos

brevesedilaine@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-0427-7524>

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio de Janeiro

Giovana da Silva Cardoso

giovana.cardoso@ifrj.edu.br

<https://orcid.org/0009-0000-0046-1876>

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio de Janeiro

José Ricardo Ferreira de Almeida

jose.almeida@ifrj.edu.br

<https://orcid.org/0009-0008-5458-4749>

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio de Janeiro

RESUMO

A inserção de recursos didáticos para o ensino de matemática, em particular, para o ensino de frações, é de extrema relevância por proporcionar de maneira lúdica e concreta que os estudantes com deficiência visual assimilem este conteúdo. Entretanto, nem todos os recursos didáticos poderão atender de forma significativa este educando, necessitando que adaptações sejam realizadas. Portanto, este trabalho apresenta o desenvolvimento de adaptações em um recurso didático relacionado ao conteúdo de frações para o trabalho com estudantes com deficiência visual. A metodologia adotada neste estudo foi qualitativa, de cunho bibliográfico e de campo, envolvendo dois ambientes disponíveis no curso de licenciatura em matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Laboratório de Ensino e Aprendizagem de Matemática (LEAM) e o de Prototipagem (IFMaker). Os resultados apontam que o recurso didático adaptado possui potencial para atender tanto os estudantes com deficiência visual como aqueles sem deficiência.

PALAVRAS-CHAVE: Deficiência visual; Frações; Recursos didáticos.

ABSTRACT

Understanding the concept of function is extremely important, as it provides support for learning The insertion of didactic resources for the teaching of mathematics, in particular, for the teaching of fractions, is of extreme relevance for providing in a playful and concrete way that students with visual impairments assimilate this content. However, not all didactic resources will be able to significantly assist this student, requiring adaptations to be made. Therefore, this work presents the development of adaptations in a didactic resource related to the content of fractions to work with visually impaired students. The methodology adopted in this study was qualitative, bibliographical and field based, involving two environments available in the Mathematics degree course at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio de Janeiro, the Teaching Laboratory and Mathematics Learning (LEAM) and Prototyping (IFMaker). The results indicate that the adapted teaching resource has the potential to serve both visually impaired and non-disabled students.

KEYWORDS: Visual impairment; Fractions; Didactic resources.

RESUMEN

La inclusión de recursos didácticos para la enseñanza de las matemáticas, en particular, para la enseñanza de fracciones, es de suma importancia ya que proporciona una forma lúdica y concreta para que los estudiantes con discapacidad visual asimilen este contenido. Sin embargo, no todos los recursos didácticos podrán servir significativamente a este estudiante, por lo que será necesario realizar adaptaciones. Por lo tanto, este trabajo presenta el desarrollo de adaptaciones en un recurso didáctico relacionado con el contenido de fracciones para el trabajo con estudiantes con discapacidad visual. La metodología adoptada en este estudio fue cualitativa, de carácter bibliográfico y de campo, involucrando dos ambientes disponibles en la carrera de matemáticas del Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Río de Janeiro, el Laboratorio de Enseñanza y Aprendizaje de Matemáticas (LEAM) y Creación de Prototipos (IFMaker). Los resultados indican que el recurso didáctico adaptado tiene el potencial de servir tanto a estudiantes con discapacidad visual como a aquellos sin discapacidad.

PALABRAS CLAVE: *Discapacidad visual; fracciones; Recursos didácticos.*

INTRODUÇÃO

Desde a Educação Infantil, a criança aprende que há cinco sentidos fundamentais para a recepção de informações e, quando há falha em algum desses sentidos, a carência dessas informações e a ausência dos subsídios necessários podem comprometer a sua aprendizagem escolar. Para Vigotski, um estudante com deficiência visual¹ ou com o sentido visual normal apresentam o mesmo processo de aprendizagem, sendo que o que os diferencia são as maneiras de mediação e os instrumentos utilizados para obter as informações (FERNANDES, 2004). Assim, as pessoas com deficiência visual constroem o conhecimento recorrendo primordialmente às percepções dos seus demais sentidos, como o tátil e o auditivo.

Ao tratar-se do ensino da matemática para este público, Uliana (2012) ressalta que, em alguns momentos, o aprendizado desta ciência requer o uso simultâneo da visão e da audição para a abstração dos conceitos e compreensão das representações, dificultando o processo para aqueles com cegueira e baixa visão. Sobre o ensino de frações, Filho e Barbosa (2021) discorrem que para os discentes com deficiência visual este processo se torna árduo e trabalhoso, visto que apenas a verbalização não é suficiente para a compreensão do conteúdo, sendo necessário utilizar outros recursos e mecanismos. Por esses motivos, durante o seu processo de ensino e aprendizagem, faz-se necessário o desenvolvimento de atividades que estimulem esses sentidos e o professor precisa adequar os materiais e recursos didáticos² para que isso ocorra.

A utilização de recursos didáticos faz parte do trabalho com os graduandos do curso de Licenciatura em Matemática do IFRJ - *campus* Volta Redonda e o espaço que proporciona que tal trabalho seja desenvolvido é o LEAM. Consoante ao Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Matemática (IFRJ, 2017), o LEAM é um ambiente que possui um vasto acervo de materiais didáticos, proporcionando subsídios para a futura atuação docente, frente ao planejamento de aulas que utilizem metodologias ativas e materiais lúdicos. Um dos recursos didáticos disponíveis no LEAM para trabalhar o conteúdo de frações é a Régua de Frações. Por meio da manipulação e sobreposição das peças, este recurso auxilia os estudantes na compreensão do conteúdo introdutório sobre o significado de fração, equivalência, dentre outras propriedades relacionadas às frações e suas operações. Nesse sentido, apresenta potencial de estimular o sentido tátil dos discentes com cegueira e baixa visão.

¹ Consoante a Costa *et al.* (2006), a deficiência visual se caracteriza como alterações, que mesmo após a tentativa de correção, se tornaram permanentes, comprometendo o sentido visual do indivíduo, podendo ser classificada como visão subnormal ou baixa visão e cegueira.

² Segundo Souza (2007, p.111), "Recurso didático é todo material utilizado como auxílio no ensino - aprendizagem do conteúdo proposto para ser aplicado pelo professor a seus alunos".

Entretanto, como destacam Cerqueira e Ferreira (2000) e Kaleff (2021), nem sempre um recurso didático será viável para os educandos com deficiência visual, necessitando, desse modo, de adaptações. Com isso, um dos espaços do IFRJ - *campus* Volta Redonda que possibilita desenvolver adaptações em um recurso didático é o laboratório de prototipagem IFMaker. Segundo a resolução nº 64 publicada em 20 dezembro de 2021 (IFRJ, 2021), o IFMaker é um ambiente que deve colaborar para o desenvolvimento de projetos de ensino, pesquisa, dentre outras atividades realizadas no âmbito acadêmico, baseando-se no Movimento Maker³. Logo, pergunta-se: como adaptar no IFMaker um recurso didático disponível no LEAM sobre o conteúdo de frações para estudantes com deficiência visual? Com isso, este trabalho visa apresentar o desenvolvimento de adaptações em um recurso didático relacionado ao conteúdo de frações para o trabalho com estudantes com deficiência visual.

A escolha deste tema está relacionada a experiência de um dos autores no período de setembro de 2019 a dezembro de 2021, na rede regular de ensino de uma escola pública situada no município de Rio Claro, onde atuou como estagiária. Evidenciou-se neste período a dificuldade de uma estudante com deficiência visual na construção de conceitos matemáticos, especialmente aqueles relacionados às frações. Assim, este estudo se torna importante por apresentar a necessidade de recursos didáticos nas aulas de matemática que fomentem o uso do sentido tátil e por desenvolver adaptações em um material com potencial para o trabalho do conteúdo de frações.

RECURSOS DIDÁTICOS

A utilização de recursos didáticos se torna importante para contribuir com o processo de ensino e aprendizagem, pois, assim como relata Souza (2007), estes materiais possibilitam desenvolvimento e aprimoramento das habilidades dos estudantes e auxiliam na compreensão dos conteúdos. Vale destacar que a autora ressalta que o recurso didático não ensina por si só e deve ser visto pelo docente como um mediador, um potencializador do processo de construção do conhecimento do discente. No que tange ao ensino de Matemática, Ferronato (2002) e Silva (2019) ressaltam que este componente curricular é, muitas vezes, visto pelos discentes como algo complexo e de difícil compreensão, apresentado de forma mecânica e até mesmo rigorosa. Logo, alegam que utilizar recursos didáticos manipulativos agregam para a construção e compreensão dos conceitos matemáticos.

Kaleff e Rosa (2016) afirmam que por meio de um material que possa ser manipulado, o educando constrói imagens mentais advindas da sua percepção, compreendendo de fato o conteúdo matemático proposto. Além disso, as autoras salientam que “frente a um modelo material manipulativo concreto de um conceito matemático, o aluno com deficiência visual, manipula (enxerga com as mãos) esse conceito modelado e obtém uma imagem mental advinda da percepção tátil” (Kaleff; Rosa, 2016, p. 32). Logo, para uma pessoa com deficiência visual, um conceito matemático não deve ser apresentado apenas na forma da sua definição. Por meio de recursos didáticos manipuláveis, o estudante poderá construir e compreender os conceitos, contribuindo de forma significativa para sua aprendizagem neste componente curricular.

Cerqueira e Ferreira (2000) declaram que os recursos didáticos voltados para o ensino de estudantes com deficiência visual podem ser obtidos por meio da seleção ou adaptação de recursos utilizados por educandos sem alterações nas escolas oftalmológicas e por meio da

³ De acordo com o IFRJ (2021, p. 3), o Movimento Maker se caracteriza pelas “soluções criativas para problemas multidisciplinares através da manipulação de objetos reais, em geral, envolvendo experimentos em laboratório, prototipação eletrônica, impressão 3D, fresagem e corte de madeira, entre outras atividades.”

confeccção de outros materiais seguindo os critérios descritos no Quadro 1.

Quadro 1: Critérios para utilização de recursos didáticos com estudantes com deficiência visual

CRITÉRIOS	DESCRIÇÃO
Tamanho	Os materiais devem ser confeccionados ou selecionados em tamanho adequado às condições dos alunos. Materiais excessivamente pequenos não ressaltam detalhes de suas partes componentes ou perdem-se com facilidade. O exagero no tamanho pode prejudicar a apreensão da totalidade (visão global)
Significação Tátil	O material precisa possuir um relevo perceptível e, tanto quanto possível, constituir-se de diferentes texturas para melhor destacar as partes componentes. Contrastes do tipo: liso/áspero, fino/espesso, permitem distinções adequadas
Aceitação	O material não deve provocar rejeição ao manuseio, fato que ocorre com os que ferem ou irritam a pele, provocando reações de desgosto
Estimulação Visual	O material deve ter cores fortes e contrastantes para melhor estimular a visão funcional do aluno deficiente visual
Fidelidade	O material deve ter sua representação tão exata quanto possível do modelo original
Facilidade de Manuseio	Os materiais devem ser simples e de manuseio fácil, proporcionando ao aluno uma prática utilização
Resistência	Os recursos didáticos devem ser confeccionados com materiais que não se estraguem com facilidade, considerando o frequente manuseio pelos alunos
Segurança	Os materiais não devem oferecer perigo para os educandos

Fonte: Cerqueira e Ferreira (2000, p. 3).

Dessa forma, para a utilização de um recurso didático, é necessário que o discente com deficiência visual estimule e desenvolva os demais sentidos como o tato e a audição, primordiais para a obtenção de informações no meio em que ele está. Em relação ao estudante com baixa visão, a seleção desses recursos deve respeitar as suas escalas oftalmológicas, para que este utilize o seu resquício visual durante o processo de ensino e aprendizagem. Além disso, como o recurso didático não deve causar irritações ou desgosto ao toque, deve-se tomar cuidado com texturas muito ásperas.

Na visão de Kaleff (2021), nem sempre será possível o professor ter acesso a um recurso criado especificamente para o estudante com deficiência visual, sendo imprescindível a adaptação de outros recursos ou a criação de novos utilizando materiais de baixo custo, pois estes se tornam mais acessíveis. A estudiosa ainda acentua que os recursos que atendem os estudantes com deficiência visual podem ser utilizados também por aqueles que possuem a visão normal. Ainda mais, Sá *et al.* (2007) ressaltam que ao adaptar um recurso para este público, o mesmo pode vir a se tornar atraente e útil para os demais discentes da turma.

Portanto, ao utilizar um material que atenda a todos, educandos com deficiência visual ou não, será proporcionado uma aula realmente inclusiva, promovendo um momento de interação entre a turma, visto que realizarão a mesma atividade.

O ENSINO DE FRAÇÕES E A RÉGUA DE FRAÇÕES

Em virtude dos fatos mencionados, evidenciou-se que a aplicação de recursos didáticos manipuláveis no trabalho com estudantes com deficiência visual são ferramentas essenciais, visto que proporcionam uma aprendizagem concreta não só para este público, mas também para os demais discentes. De acordo com Ferronato (2002), para que o ensino da matemática seja significativo para o discente com deficiência visual, o professor necessita reforçar a aplicação de materiais concretos e lúdicos a fim de que seja estimulado e utilizado o sentido

tátil para o entendimento dos conceitos matemáticos. Diante deste contexto, Santos (2014, p.22) destaca que a inserção de recursos didáticos manipuláveis enriquece o processo de ensino e aprendizagem das frações, visto que "através do manuseio desses materiais, os alunos conseguem construir conceitos, compreender regras e, além disso, perceber a aplicação das frações no seu cotidiano". Mediante visitas ao LEAM, encontraram-se no espaço recursos didáticos com potencial para o trabalho deste conteúdo e, dentre esses recursos, ganha-se destaque a Régua de Frações. A Régua de Frações é composta por 55 (cinquenta e cinco) peças, fora a base, sendo que uma maior irá representar o inteiro e as demais representam uma fração deste inteiro. A Figura 1 mostra a versão deste recurso disponível no LEAM.



Figura 1: Régua de Frações

Fonte: Elaborado pelos autores.

Como pode-se constatar, as peças possuem cores distintas, sendo que as que possuem o mesmo valor fracionário são de cores iguais e mesma dimensão. Outras versões - como as das empresas Lúdico Distribuidora⁴ e Simque Brinquedos Educativos⁵ - estão disponíveis para aquisição pessoal em *sites* ou lojas físicas, também possuindo disponível uma versão com quantidade maior de peças. Além disso, este material pode ser confeccionado com materiais de baixo custo, como mostra o trabalho de Nascimento (2019). Dentre suas funcionalidades, o LEM - Laboratório de Ensino de Matemática (2019) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte *campus* Santa Cruz destaca que tal recurso pode ser utilizado mediante os objetivos descritos na Figura 2.



Figura 2: Objetivos da Régua de Frações

Fonte: Elaborado pelos autores.

⁴ Link do produto de 85 (oitenta e cinco) peças: <https://www.ludicodistribuidora.com.br/regua-de-fracoes-em-mdf-85-pc-cx-mad>

⁵ Link do produto com 55 (cinquenta e cinco) peças: <https://www.simque.com.br/matematica/regua-de-fracoes>

Dessa forma, conclui-se que este recurso pode ser utilizado de forma abrangente, visto que possibilita a abordagem dos significados de uma fração, equivalência, dentre outras propriedades, e operações que podem ser realizadas.

METODOLOGIA

Para consecução deste estudo, foi realizada uma pesquisa qualitativa do tipo bibliográfica e de campo. A pesquisa qualitativa pode ser definida como aquela que possui caráter subjetivo e estuda um conjunto de fenômenos sociais que não podem ser quantificados, interpretando-os (Minayo *et al.*, 2007).

Sobre a pesquisa bibliográfica, Severino (2013, p. 95) estabelece que esta ocorre por meio "do registro disponível, decorrente de pesquisas anteriores, em documentos impressos, como livros, artigos, teses etc. Utilize-se de dados ou de categorias já trabalhados por outros pesquisadores e devidamente registrados.". Com isso, buscaram-se referências em artigos acadêmicos, livros, dissertações e palestras em plataformas digitais para compreender a importância da utilização dos recursos didáticos e sua aplicabilidade no ensino de matemática, sobretudo, no ensino de frações e no processo de ensino e aprendizagem de pessoa com deficiência visual. Para o levantamento do referencial teórico deste trabalho, utilizou-se como base de dados o Google Acadêmico e anais de eventos em Educação Matemática, sem delimitação de período dos trabalhos. Além disso, utilizaram-se os seguintes descritores para a busca: baixa visão, cego, cegueira, deficiência visual, fração, frações, matemática e recursos didáticos.

Além disso, este trabalho também se caracteriza como uma pesquisa de campo onde "o objeto/fonte é abordado em seu meio ambiente próprio [...] Abrange desde os levantamentos (*surveys*), que são mais descritivos, até estudos mais analíticos" (Severino, 2013, p. 95). Desse modo, dentre os recursos disponíveis no LEAM, a Régua de Frações foi escolhida por meio de um consenso entre os autores deste estudo para ser analisada mediante os critérios estabelecidos por Cerqueira e Ferreira (2000). Com isso, deu-se início a produção de uma versão deste material que atendesse aos educandos com deficiência visual no laboratório de prototipagem IFMaker do IFRJ - *campus* Volta Redonda.

A prototipagem e a adaptação do recurso didático

Para a produção deste recurso no laboratório IFMaker, utilizou-se a prototipagem rápida. Como descrito por Volpato (2006), este termo advém do fato deste tipo de produção objetivar a visualização e análise rápida do protótipo de um produto a ser desenvolvido. O autor destaca que tais protótipos podem ser criados por meio de representações físicas ou por um sistema de desenho assistido por computador (CAD), sendo este último o mais utilizado atualmente. Palhais (2015), descreve que este processo pode se diferenciar mediante a sua construção e materiais utilizados. A Figura 3 apresenta cada uma dessas diferenças.

Por conseguinte, foi realizada uma visita ao laboratório IFMaker para conhecer o espaço, suas ferramentas e suas funcionalidades. A partir disso, tomou-se conhecimento das possibilidades para a confecção do recurso e a produção do protótipo. Dessa forma, foi utilizada a plataforma *Tinkercad* para a modelagem tridimensional da peça que representa o inteiro e as suas frações, juntamente com os relevos distintos para distingui-las através do tato, e as legendas em braile. Após concluídas, os protótipos foram gerados por meio da impressora 3D do tipo FDM (Fused Deposition Modeling) utilizando como material o plástico

ABS⁶. Optou-se por realizar a modelagem destas peças nesta plataforma devido a sua interface possuir fácil compreensão e por ser uma ferramenta *online* e gratuita.

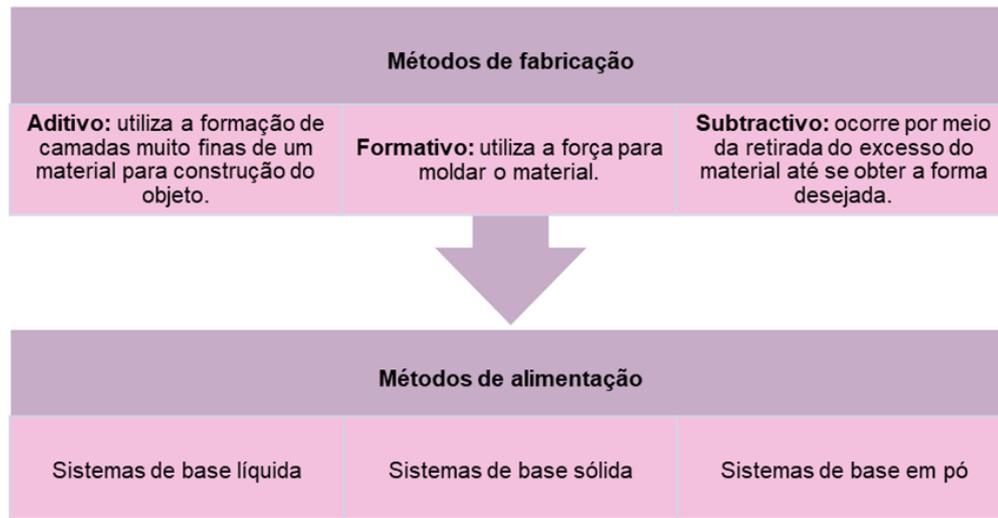


Figura 3: Métodos de fabricação e alimentação

Fonte: Adaptado de Palhais (2015).

A produção dos suportes e da legenda em algarismos arábicos se deu através do *software Inkscape*, que é gratuito e necessita ser instalado no dispositivo. A utilização deste *software* ocorreu porque este era o mais utilizado no laboratório IFmaker. Com os modelos produzidos, o corte foi realizado por meio da máquina CNC⁷ laser utilizando como material chapas de MDF⁸.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção serão delineados os resultados e a discussão deste estudo cujo objetivo foi adaptar um recurso didático relacionado ao conteúdo de frações para o trabalho com estudantes com deficiência visual. Primeiro, serão evidenciados os aspectos bibliográficos que alicerçaram as adaptações, a trajetória percorrida e o produto final deste trabalho.

As potencialidades da régua de frações

Por meio de uma revisão da literatura, constatou-se que a utilização de recursos didáticos, sobretudo para aqueles com deficiência visual, são importantes ferramentas para o ensino da matemática. Assim como evidenciado pelo LEM (2019), a Régua de Frações é um recurso didático que possibilita a abordagem dos possíveis sentidos apresentados por uma fração; equivalência, comparação, dentre outras propriedades relacionadas às frações e as suas operações matemáticas. Em decorrência deste fato, este recurso atende de maneira ampla o conteúdo, se constituindo como um material que possui relevância para ser inserido em sala de aula. Por se tratar de um material concreto e manipulável, por meio do seu manuseio e mediação realizada pelo professor, a interação do estudante com as peças

⁶ ABS é a sigla do nome do material utilizado para imprimir as peças na impressora 3D. Esta sigla deriva do seu nome na língua inglesa - Acrylonitrile Butadiene Styrene.

⁷ Sigla para Controle Numérico por Computador.

⁸ É a sigla para Medium Density Fiberboard, nome do material na língua inglesa. Traduzindo para o português, descreve uma placa de fibra de média densidade.

permitirá a assimilação de forma concreta dos conceitos matemáticos empregados por estes números racionais, bem como exposto por Souza (2007), Santos (2014) e Kaleff e Rosa (2016).

A partir disso, pensou-se numa possível utilização de tal recurso para o trabalho com estudantes com deficiência visual, tendo como base a versão disponível no LEAM. No entanto, como descrevem Cerqueira e Ferreira (2000), para que um recurso didático atenda de maneira significativa estes indivíduos, deve-se considerar determinados critérios. Nesse sentido, no Quadro 2, encontram-se explicitados detalhes acerca da utilização deste recurso, em relação ao ensino de matemática para estudantes com deficiência visual, à luz dos critérios descritos por Cerqueira e Ferreira (2000).

Quadro 2: Critérios para utilização de recursos didáticos com estudantes com deficiência visual

CRITÉRIOS	DESCRIÇÃO
Tamanho	O recurso apresenta tamanho adequado. Não muito pequeno, ocasionando a perda das peças, e não muito grande, dificultando a percepção total dos seus elementos
Significação Tátil	Como se apresenta somente um tipo de textura, as partes componentes não são destacadas por meio do relevo. Apesar de possuírem tamanhos distintos, esse fator dificulta a sua percepção. Além disso, para ser possível identificar as frações, seria necessário defini-las para os estudantes por meio do Código Matemático Unificado (CMU) ⁹
Aceitação	Conforme a descrição feita por Cerqueira e Ferreira (2000), por atender o critério de segurança e por não causar irritabilidade ao toque, este critério é atendido
Estimulação Visual	O material atende parcialmente este critério, pois algumas das suas cores são muito claras, dificultando a criação de contraste e a percepção do material pelo estudante com baixa visão
Fidelidade	Como este material é original, a análise deste critério se torna dispensável
Facilidade de Manuseio	O material apresenta facilidade ao ser manuseado por possuir um tamanho adequado
Resistência	Este recurso possui um material resistente. Dessa forma, não será danificado com facilidade devido ao seu manuseio
Segurança	A utilização deste material é segura para os discentes

Fonte: Adaptado de Cerqueira e Ferreira (2000).

Por meio desta análise, concluiu-se que a Régua de Frações, disponível no LEAM do IFRJ - *campus* Volta Redonda, atende de maneira parcial os discentes com cegueira e baixa visão. Logo, para que este recurso se torne viável para este público, consoante a Kaleff (2021), é pertinente a confecção de uma versão semelhante que atenda a todos os critérios ou a sua adaptação em relação aos critérios não contemplados, que neste caso se referem a significação tátil e a estimulação visual.

O recurso didático adaptado

Dentre as possibilidades de se adaptar um recurso didático, optou-se por confeccionar, no laboratório IFMaker, uma versão da Régua de Frações com a mesma aplicabilidade, mas que preservasse os critérios contemplados e que estivesse consoante a significação tátil e a estimulação visual descritas por Cerqueira e Ferreira (2000), adaptando somente os itens que não puderam ser produzidos de maneira similar, mas que possuíam a função.

⁹ O CMU é um conjunto de representações dadas pelo sistema braille para as representações e símbolos utilizados na matemática, sendo estas das mais simples às mais complexas (BRASIL, 2006).

A modelagem dos elementos, ou seja, o CAD, foi produzido em etapas. Posto isso, os primeiros protótipos desenvolvidos referiram-se às peças que representam o inteiro e as suas frações, modeladas através da plataforma Tinkercad. Para a produção dessas peças, seria fundamental a inserção de relevos distintos, para ser possível diferenciá-las de maneira tátil, e que suas cores fossem contrastantes, conforme explicitado por Cerqueira e Ferreira (2000). Dessa maneira, foi determinado que em cada peça componente do recurso, haveria na sua parte inferior, um retângulo em alto-relevo. Este relevo seria dividido consoante a necessidade de representar uma fração. Um exemplo dessa representação pode ser visualizado por meio da Figura 4.

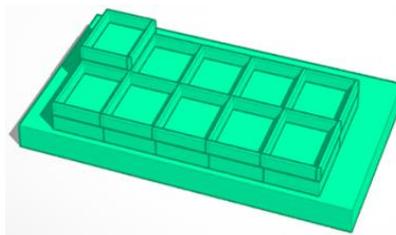


Figura 4: Modelagem do relevo das peças

Fonte: Elaborado pelos autores.

Como apresentado na Figura 4, cada elemento do recurso iria conter um relevo dividido em uma quantidade que indicaria o seu denominador, sendo que a cada unidade desta divisão que estivesse em maior relevo indicaria o numerador. Dessa forma, a peça apresentada se refere a um décimo. Além disso, pode-se constatar que essas divisões possuem bordas em alto-relevo para ser possível detectá-las por meio do tato.

A utilização destes relevos está em consonância também com o exposto por Ferronato (2002) que destaca a importância de utilizar recursos didáticos que estimulem o desenvolvimento do sentido tátil pelos educandos com deficiência visual no ensino de matemática. Desse modo, deu-se início a modelagem das peças em questão. O primeiro modelo desenvolvido foi o da peça que representa o inteiro, que possuía 30 cm de altura, 5 cm de largura e 1 mm de espessura, enquanto o relevo que indica a fração que a peça representa possuía, de maneira padronizada, 2 cm de altura, 4 cm de largura, 1 mm de espessura com bordas de 0,5 mm. Entretanto, devido ao tamanho máximo que poderia ser impresso e a margem de erro da impressora 3D, houve a necessidade de modificar a altura do item que representa o inteiro, optando-se por 20 cm. Com a modelagem finalizada, sua prototipagem rápida foi gerada utilizando o método aditivo com sistema de base sólida descrito por Palhais (2015). A Figura 5 mostra a prototipagem deste item.



Figura 5: Primeiro protótipo da peça que representa o inteiro

Fonte: Elaborado pelos autores.

Através da Figura 5, percebeu-se que a espessura deste protótipo era fina e, dessa forma, esta característica a tornou extremamente flexível, comprometendo o seu manuseio e também a sua durabilidade. Logo, considerando o exposto por Cerqueira e Ferreira (2000), esta peça não atende ao critério de facilidade de manuseio e de resistência. Além disso, notou-se que, com a medida referente à altura, a peça que representa um décimo ficaria pequena e não atenderia o critério de Cerqueira e Ferreira (2000) referente ao tamanho. Por conseguinte, a modelagem das peças foi refeita. Nesta nova versão, a peça que representa o inteiro possuía 28 cm de altura, 3 mm de espessura e as demais grandezas se mantiveram. A parte em relevo passou a ter 2 cm de altura, 2 mm de espessura e as bordas 1 mm. No que lhe concerne, o protótipo desta versão pode ser visto na Figura 6.

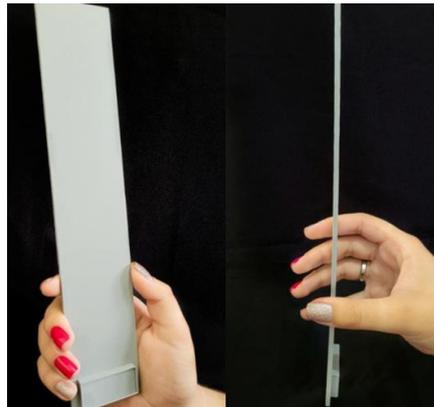


Figura 6: Segundo protótipo da peça que representa o inteiro

Fonte: Elaborado pelos autores.

Por meio deste protótipo, observou-se que a medida escolhida para a espessura a tornou rígida, fazendo com que os critérios de facilidade de manuseio e de resistência de Cerqueira e Ferreira (2000) fossem contemplados. Em relação à sua altura, foi suposto que esta não prejudicaria as demais peças, principalmente aquelas menores que se referem a um nono e a um décimo. Nesse sentido, tornou-se necessária a prototipagem rápida de uma dessas peças, com as novas medidas, para verificar se o critério de tamanho seria atendido. Assim, optou-se por produzir uma peça relativa a um décimo conforme a Figura 7.



Figura 7: Segundo protótipo da peça que representa o inteiro

Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir desta produção, foi evidenciado que a peça estaria correspondendo ao critério tamanho apresentado por Cerqueira e Ferreira (2000) pois, apesar deste item ainda ser pequeno, esta nova medida não prejudica a percepção do seu tamanho e do relevo que indica a sua fração. Diante disso, constatou-se que as demais peças também atenderiam tal critério. Portanto, foram realizadas as suas prototipagens que podem ser vistas na Figura 8, por meio do método aditivo com sistema de base sólida descrito por Palhais (2015).



Figura 8: Protótipo final das peças

Fonte: Elaborado pelos autores.

Outros elementos do recurso didático produzidos na mesma plataforma, foram as legendas com a numeração em braile. Por conseguinte, utilizaram-se as normas técnicas descritas por (Brasil, 2018) para a produção de textos utilizando sistema braile, para a elaboração das celas braile. Para a transcrição das frações em braile, foi empregado o padrão adotado para esta representação numérica apresentado pelo CMU (BRASIL, 2006). Na Figura 9, pode ser visto o protótipo de tais legendas finalizado.



Figura 9: Protótipo final das legendas em braile

Fonte: Elaborado pelos autores.

Esta produção também ocorreu através do método aditivo com sistema de base sólida apresentado por Palhais (2015). Todas as peças fabricadas pela impressora 3D necessitaram de acabamentos para a retirada do excesso de produto, fomentando os critérios de aceitação e segurança exposto por Cerqueira e Ferreira (2000), uma vez que o manuseio destes itens não irá ferir ou incomodar o usuário.

Para a produção dos suportes e da base em MDF, foram utilizados outros *softwares* para a modelagem e a máquina CNC laser para o corte destes materiais. Inicialmente, foi realizada a modelagem dos suportes no *software Inkscape*. Por meio da sugestão de um dos monitores do laboratório e da área de trabalho da máquina CNC laser, foram elaboradas duas peças maiores, com 32,5 cm de altura e 3 cm de largura, e uma menor, com 30 cm de altura, 1 cm de largura, ilustrado pela Figura 10.

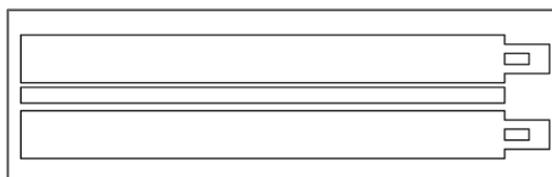


Figura 10: Protótipo final das peças

Fonte: Elaborado pelos autores.

A peça menor seria colada entre as duas maiores com cola adesiva instantânea, fazendo que sobrasse espaço para que os itens elaborados pela impressora 3D pudessem encaixar. Isso foi possível visto que, de maneira padronizada, as chapas de MDF utilizadas possuem 3 mm de espessura, a mesma dos itens fabricados pela impressora 3D. A parte inferior deste suporte seria utilizada para encaixar outra peça de madeira para que esta permanecesse fixa. No entanto, ao dar início a modelagem da base, houve a necessidade de mudar o tamanho destes suportes. Este fato ocorreu devido ao tamanho destes elementos, com as peças das frações, necessitarem de uma base de aproximadamente 80 cm de largura.

À vista disso, este material não estaria em consonância com o critério tamanho descrito por Cerqueira e Ferreira (2000). Para mais, o tamanho máximo de largura da máquina CNC é de cerca de 60 cm, o que tornou mais difícil a produção deste material. Com isso, foi necessário mudar o tamanho dos suportes da Régua de Frações. As peças que representam as frações não foram alteradas dado o seu custo e que esta alteração poderia comprometer o critério de fidelidade de Cerqueira e Ferreira (2000). Posto isso, as partes externas dos suportes passaram a ter 1,5 cm de largura, enquanto a parte interna foi alterada para 0,5 cm de largura, como mostra a Figura 11. As demais medidas não foram alteradas.



Figura 11: Segundo protótipo do suporte

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para a fabricação da base, foi pensado na elaboração de uma caixa que pudesse ser utilizada para guardar os itens deste recurso. A modelagem deste item ocorreu através do *software Inkscape*, possuindo 20 cm de altura e 60 cm de largura. Após selecionar tais medidas, foi necessário inserir a legenda, com os números fracionários utilizando algarismos arábicos, e selecionar o tamanho do corte para encaixar os suportes. A modelagem da tampa com os furos e as legendas pode ser vista na Figura 12.

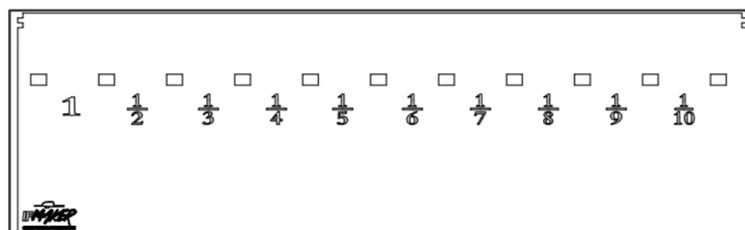


Figura 12: Segunda modelagem da base do recurso didático

Fonte: Elaborado pelos autores.

Todavia, ao finalizar a prototipagem rápida da caixa, utilizando o método substractivo com base sólida dado por Palhais (2015), e inserindo os demais elementos do recurso, os suportes cediam ao encaixe das peças que representam as frações. Mesmo com ajustes de tamanhos, os suportes não possibilitaram o devido encaixe das peças, o que comprometeu o critério resistência do material segundo os critérios de Cerqueira e Ferreira (2000).

Logo, por meio do auxílio do coordenador do laboratório, foi decidido utilizar uma chapa de MDF, com 60 cm de largura e 40 cm de altura, como base para o recurso e, ao invés de colocar as peças em vertical, posicioná-las de maneira horizontal. Para as divisões entre as peças, a modelagem dos suportes foi reaproveitada, retirando-se a parte inferior. Dessa vez, foi necessário prototipar apenas uma peça maior e duas menores. Novamente, para colá-las, utilizou-se a cola adesiva instantânea. A Figura 13 mostra o protótipo final dessas peças.



Figura 13: Protótipo final dos suportes

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para este recurso, foi necessário prototipar 11 destes suportes. Com o protótipo deste elemento finalizado, os suportes, as placas com a legenda em braille e as respectivas representações numéricas das frações, foram coladas com cola adesiva instantânea. A Figura 14 mostra o protótipo final da adaptação do recurso didático Régua de Frações.

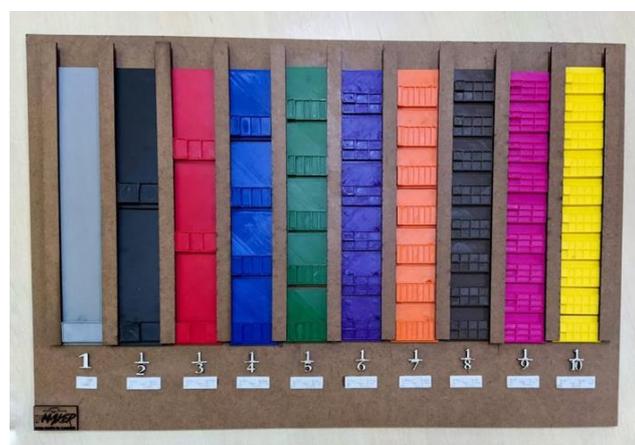


Figura 14: Protótipo final da adaptação da Régua de Frações

Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme consta na Figura 14, a Régua de Frações adaptada neste estudo utiliza componentes táteis manipuláveis com cores contrastantes que facilitam a compreensão e interação dos estudantes com deficiência visual com as frações. Tais adaptações foram desenvolvidas com o intuito de promover a elaboração de um recurso didático que fomente uma aprendizagem mais inclusiva e concreta, contemplando os critérios estabelecidos por Cerqueira e Ferreira (2000).

Vale ressaltar que, como o foco deste trabalho foi apenas o desenvolvimento de adaptações de um recurso didático, que compõem o acervo do LEAM, relacionado ao ensino de frações para estudantes com deficiência visual, a aplicação deste recurso não foi realizada. Apesar disso, foi possível identificar alguns aspectos do recurso que podem ser modificados em protótipos posteriores, como a utilização de legendas em algarismos arábicos mais agradáveis ao toque, a inserção de relevos para auxiliar a identificação da fração das peças na legenda e a produção de uma caixa para que os itens do recurso didáticos sejam guardados, facilitando o seu transporte e manuseio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho se propôs a apresentar o desenvolvimento de adaptações em um recurso didático relacionado ao conteúdo de frações para o trabalho com estudantes com deficiência visual. No decorrer deste estudo, compreendeu-se a relevância da inserção de recursos didáticos para o ensino de frações, sobretudo para aqueles estudantes com deficiência visual. Concluiu-se, que a Régua de Frações elaborada fomenta a estimulação do resquício visual daqueles com baixa visão e do sentido tátil tanto por aqueles com cegueira ou baixa visão. Logo, este recurso atende todos os critérios expostos Cerqueira e Ferreira (2000), possuindo potencial para atender os estudantes com deficiência visual nas aulas de frações. Para mais, destaca-se que os arquivos das peças que representam as frações, dos suportes de encaixe e das legendas em braille e em algarismos arábicos se encontram disponíveis no IFMaker.

Para mais, vale ressaltar, que assim como acentuado por Kaleff (2021) e Sá *et al.* (2007), os recursos didáticos, adaptados ou produzidos visando atender os discentes com deficiência visual, também podem ser utilizados por aqueles que possuem as escalas oftalmológicas normais. Portanto, além desta Régua de Frações ter sido adaptada para atender as pessoas com deficiência visual, este recurso também pode ser utilizado pelos demais educandos. Tendo isso em vista, ao inserir este recurso adaptado em sala de aula, será proporcionado um ambiente de fato inclusivo, onde todos da turma poderão ter acesso a ele e realizar a mesma atividade de maneira lúdica. Por fim, estudos posteriores almejam aplicar o recurso adaptado em uma turma do ensino regular com discentes com deficiência visual para ser possível verificar a sua funcionalidade e para analisar possíveis melhorias a serem realizadas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. **Código Matemático Unificado para a Língua Portuguesa**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2006. Disponível em: http://antigo.abc.gov.br/images/conteudo/AREAS_ESPECIAIS/CEGUEIRA_E_BAIXA_VISAO/Braille/Cdigo-Matematico-Unificado.pdf Acesso em: 02 nov. 2022

BRASIL. Ministério da Educação. **Normas Técnicas para a Produção de Textos em Braille**. Brasília, 2018, 3ª edição. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2018-pdf/105451-normas-tecnicas-para-a-producao-de-textos-em-braille-2018/file> Acesso em: 22 abr. 2024

CERQUEIRA, Jonir Bechara; FERREIRA, Elise de Melo Borba. Recursos didáticos na educação especial. **Revista Benjamin Constant**, n. 15, 2000. Disponível em: <https://revista.ibc.gov.br/index.php/BC/article/view/602> Acesso em: 22 abr. 2024.

COSTA, Luciano Gonsalves; NEVES, Marcos Cesar Danhoni; BARONE, Dante Augusto Couto. O ensino de Física para deficientes visuais a partir de uma perspectiva fenomenológica. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 12, p. 143-153, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/NVDtsJZcmxYtfn6gqgVwtMc/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 02 jun. 2022.

FERNANDES, Solange Hassan Ahmad Ali. **Uma Análise Vygotskiana da Apropriação do Conceito de Simetria por Aprendizes sem Acuidade Visual**. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: <https://sapientia.pucsp.br/handle/handle/11142> Acesso em: 12 set. 2022

FERRONATO, Rubens. **A construção de instrumento de inclusão no ensino de matemática**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/82939> Acesso em: 15 jun. 2022

FILHO, Gilbson José Velasco Souza; BARBOSA, Regiane da Silva. Ensino de operações de frações para estudantes cegos: Uma possibilidade de adaptação curricular. **Revista Ensin@UFMS**, Três Lagoas, v. 2, n. 6, p. 133-155, dez. 2021. Disponível em: <https://trilhasdahistoria.ufms.br/index.php/anacptl/article/view/13548> Acesso em: 28 out. 2022

IFRJ - Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio de Janeiro. **Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Matemática**. Rio de Janeiro: IFRJ, 2017. Disponível em: <https://portal.ifrj.edu.br/volta-redonda/licenciatura-matematica> Acesso em: 30 abr. 2024

IFRJ - Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio de Janeiro. **Resolução CONSUP/IFRJ nº 64, de 20 de dezembro de 2021**. Aprova o Regimento do IFMAKER - Ambientes de Inovação Multidisciplinar no Âmbito deste Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - IFRJ. Rio de Janeiro: IFRJ, 2021. Disponível em: <https://ifmakercvr.wordpress.com/documentos/> Acesso em: 01 mai, 2024

KALEFF, Ana Maria Martensen Roland. **Recursos Didáticos para Educação Matemática Inclusiva de Pessoas sem/com Deficiência Visual**. Respira Educação - Educação & Cultura. YouTube, 2021. Disponível em: <https://youtu.be/Txw96OfQAGo> Acesso: 30 abr. 2022

KALEFF, Ana Maria Martensen Roland; ROSA, Fernanda Malinosky Coelho da. A importância da habilidade da visualização para a aprendizagem matemática e para a inclusão do aluno com deficiência visual. In: KALEFF, Ana Maria Martensen Roland. **Vendo com as mãos, olhos e mente: Recursos didáticos para laboratório e museu de educação matemática inclusiva do aluno com deficiência visual**. Niterói: CEAD / UFF, 2016. p.28-36.

LABORATÓRIO DE ENSINO DE MATEMÁTICA. **Régua de Frações**. 2019. Disponível em: <https://sites.google.com/view/lemifrn/acervo/r%C3%A9gua-de-fra%C3%A7%C3%A3o>
Acesso em: 05 nov. 2022

MINAYO, Maria Cecília de Souza; DESLANDES, Suely Ferreira; GOMES, Romeu. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 26. ed. Petrópolis: Vozes, 2007.

NASCIMENTO, Elisangela Bernardes do. FRAC-SOMA sensorial: um recurso pedagógico nos estudos de frações para pessoas com deficiência visual. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, n. 13., 2019, Cuiabá, **Anais do XIII Encontro Nacional de Educação Matemática**. Cuiabá, 2019.

PALHAIS, Catarina Bela Cardoso. **Prototipagem: Uma abordagem ao processo de desenvolvimento de um produto**. 2015. Dissertação (Mestrado em Design de Equipamento). Universidade de Lisboa. 2015. Disponível em: https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/29163/2/ULFBA_TES_942.pdf Acesso em: 08 nov. 2022

SÁ, Elisabeth Dias de; CAMPOS, Izilda Maria de; SILVA, Myriam Beatriz Campolina. **Atendimento Educacional Especializado: deficiência visual**. Brasília/DF. MEC: 2007. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/ae_dv.pdf Acesso em: 15 jun. 2022.

SANTOS, Maria José Batista de Souza. **O Ensino e Aprendizagem das Frações Utilizando Materiais Concretos**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014. Disponível em: <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/4290/1/PDF%20-%20Maria%20Jos%C3%A9%20Batista%20de%20Souza%20Santos.pdf> Acesso em: 27 out. 2022

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2013. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5562413/mod_resource/content/1/Metodologia-Do-Trabalho-Cientifico-23%C2%AA-Edicao-Severino-EBOOK-Escolhido.pdf Acesso em: 17 jul. 2022

SILVA, Jaqueline Maria da. **A utilização de materiais didáticos como recurso facilitador no processo de ensino e aprendizagem da matemática para alunos com deficiência visual**. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/35478> Acesso em: 21 mai. 2022

SOUZA, Salete Eduardo. **O uso de recursos didáticos no ensino escolar**. In: I Encontro de Pesquisa em Educação, IV Jornada de Prática de Ensino, XIII Semana de Pedagogia da UEM: "Infância e Práticas Educativas". Arq Mudi, p. 110-114. 2007. Disponível em: <http://www.dma.ufv.br/downloads/MAT%20103/2014-II/listas/Rec%20didaticos%20-%20MAT%20103%20-%202014-II.pdf> Acesso em: 21 abr. 2022.

ULIANA, Marcia Rosa. **Ensino Aprendizagem de Matemática para Estudantes sem Acuidade Visual: a construção de um kit pedagógico**. 2012 Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática). Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

Disponível em: http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat_UlianaMR_1.pdf.pdf Acesso em: 23 ago. 2022

VOLPATO, Neri. **Prototipagem rápida**: tecnologias e aplicações. 1ª ed. São Paulo: Editora Blucher, 2006.



Revista
Ciências & Ideias