

Sisma, um aplicativo para simulação de diagramas dinâmicos para o ensino-aprendizagem e sua adaptação para ambiente online (SismaWeb)

Luiz Eduardo da Silva,
Leonardo Pessoa Oliveira Alves,
Nicolas Marcelli Bontempo Vespucio e
José Maurício Schneedorf Ferreira da Silva



10.47247/LSCC/6063.145.8.9

V&V Editora

Santo André, São Paulo – Brasil

Tel./Whatsapp: (11) 94019-0635

E-mail: contato@vveditora.com

vveditora.com

@vveditora

**Expediente**

Coordenação Editorial: Marilena Rosalen

Coordenação de Área: Everton Viesba

Revisão: Letícia Moreira Viesba

Edição: Everton Viesba

Equipe editorial: Marco André, Larisse Maia Rodrigues, Juliana Bastos, Andressa Souza.

Conselho Editorial

Profa. Dra. Marilena Rosalen

Profa. Dra. Angela Martins Baeder

Profa. Dra. Eunice Nunes

Profa. Dra. Luciana A. Farias

Profa. Dra. Maria Célia S. Gonçalves

Profa. Dra. Rita C. Borges M. Amaral

Profa. Dra. Silvana Pasetto

Profa. Ma. Beatriz Milz

Profa. Ma. Marta Angela Marcondes

Prof. Dr. José Guilherme Franchi

Prof. Dr. Luiz Afonso V. Figueiredo

Prof. Dr. Flávio José M. Gonçalves

Prof. Dr. Giovano Candiani

Prof. Me. Arnaldo Silva Junior

Prof. Me. Pedro L. Castrillo Yagüe

Prof. Me. Everton Viesba-Garcia

Profa. Ma. Letícia Moreira Viesba

Profa. Ma. Erika Brunelli

Organização

Organização: Lara Santana Correia Costa e Claudinei Zagui Pareschi

Parecer e revisão por pares

Os textos que compõem esta obra foram submetidos para avaliação da Coordenação e/ou Conselho Editorial da V&V Editora, sendo aprovados na revisão por pares para publicação.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

x Aprendizagem Ativa: caminhos para o protagonismo, a inovação e a construção do conhecimento. Lara Santana Correia Costa e Claudinei Zagui Pareschi (organizadores) – Santo André: V&V Editora, 2026.
198 p. : 16 x 23 cm

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-6063-145-8

DOI 10.47247/LSCC/6063.145.8

1. Um. 2. Dois. I. Três. II. Título.

CDD x

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Literacia visual na educação

A literacia visual pode ser entendida como a capacidade de um aprendiz em compreender, criticar e criar representações simbólicas, tais como imagens, gráficos, tabelas, desenhos, fluxogramas e diagramas (Stokes, 2002). Contudo, seu conceito tem sido trabalhado para incluir tecnologias do século XXI, tais como apresentações digitais, visualização de dados, *big data*, *blogs*, *streaming* de vídeos, infográficos, *dashboards* (painéis interativos), e *assistente de IA* generativa (imagens e vídeos) (Statton Thompson *et al.*, 2022). Ainda que essas tecnologias venham impactando progressivamente o cotidiano e a automação de ações humanas, prevalecem os alvos da literacia visual, as imagens, estáticas ou não.

Quando voltada a processos educacionais, esse letramento visual requer uma abstração do aprendiz para a compreensão de símbolos (estruturas químicas), gráficos, tabelas, desenhos (*cartoon* em estruturas moleculares), imagens realísticas (gel de eletroforese), esquemas, fluxogramas, e diagramas (ciclos de elementos químicos) (Offerdahl; Arneson; Byrne, 2017). Tangente aos últimos, enquanto fluxogramas são intencionalmente elaborados para um letramento visual direcionado, contendo início, meio, e fim, representações por diagramas fornecem pouca ou nenhuma orientação ao aprendiz (McTigue; Flowers, 2011). Um exemplo desse tipo de representação constitui a infinidade de diagramas pertinentes ao metabolismo celular e ao mapeamento de genes, tais como ilustrados no banco de dados da [KEGG GENES](#), no mapa de reações metabólicas da *big pharm Roche*, e numa simples busca na rede mundial com o termo *metabolic map*.

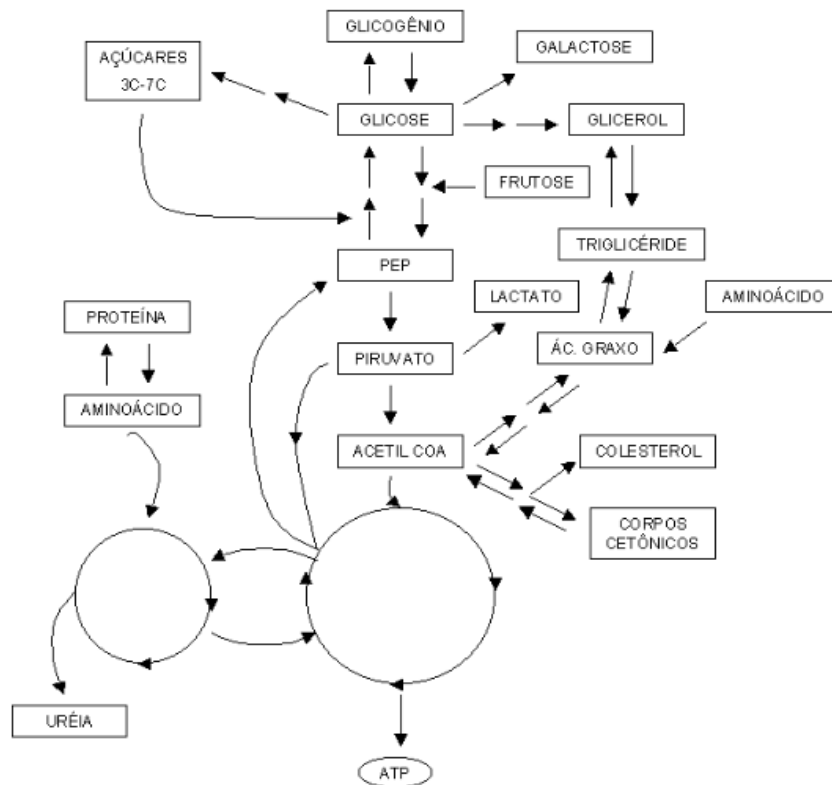
Diagramas e mapas metabólicos

A *Bioquímica* é uma disciplina oferecida no ensino superior, normalmente nos anos iniciais, e que serve de base para diversas outras, como Fisiologia, Farmacologia, Imunologia e Genética, como também a vários cursos (C. Biológicas, Biotecnologia, Medicina, Enfermagem, Química, entre outros). Não obstante, não é das mais “fáceis”, como demonstram alguns estudos sobre dificuldades discentes e índices de reprovação na disciplina (Andrade *et al.*, 2017; Trindade *et al.*, 2016). Parte dessas dificuldades espelham a necessidade de uma literacia visual ampla do aprendiz, incluindo a de interpretação de vias metabólicas celulares.

Mapas metabólicos configuram diagramas representativos de uma coleção de reações bioquímicas inter-relacionadas em rede. Assim como ocorre na Natureza, que não possui ordenamento de reações químicas internas, mapas metabólicos são comumente representados de modo escalar, não inserindo qualquer componente vetorial observável, tal como pode ser percebido numa simples visita aos *links* sugeridos acima. Isso dificulta de forma significativa ao aprendiz a compreensão dos fenômenos em curso na célula. Algumas representações de mapas bioquímicos,

contudo, podem oferecer algum alento a essa identificação, tal como o representado na Figura 1.

Figura 1: Uma representação de mapa metabólico contendo elementos básicos presentes em reações intracelulares. As setas indicam algum grau de ordenamento nas reações. Fonte: do Autor (*site Bioquanti*).



Mesmo nessa situação ilustrativa, contudo, é natural a dificuldade na compreensão dos processos envolvidos. Embora não seja pacífica uma explicação simples para essa barreira cognitiva, é fato que qualquer representação estática terá menor conteúdo informacional que uma representação dinâmica, tal como uma animação (Ainsworth, 2008). Além disso, uma animação possui sequência definida, o que não é representado por diagramas como os elencados neste texto. Ilustrando em poucas palavras, uma animação de folioscópio (ou *flipflop*, desenhos em papel folheados rapidamente) propiciará mais informação ao cérebro que suas folhas isoladas.

Embora possuam reforço positivo à motivação e engajamento do aprendiz, animações nem sempre contribuem ao ensino e aprendizagem (Vavra *et al.*, 2011), salvo quando relacionadas a objetivos claros de ensino-aprendizagem, para visualização espacial ou de modelos tridimensionais. Por outro lado, diagramas com potencial de animação podem agregar valor ao processo. Dessa forma, é tácito prever que um diagrama de natureza dinâmica poderia auxiliar, por conseguinte, à compreensão de redes de elementos interconectados, como quer mapa metabólico.

Diagramas dinâmicos

Diagramas constituem representações bidimensionais estáticas. Um diagrama dinâmico, por outro lado, permite sumarizar os principais objetos e suas inter-relações em um determinado tema. Assim, mudanças em objetos baseadas em alterações perceptíveis no tempo, e que ocorram em representações como reações químicas, relações ecológicas, rede de computadores, fluxogramas, organogramas, heredogramas, mapas conceituais, diagramas de bloco, circuitos elétricos, e mapas metabólicos, dentre outros, poderiam permitir ao usuário a percepção imediata do caminho, do todo, ou do conjunto de fatores determinantes de um problema ou situação específica.

Retornando ao exemplo-modelo de um mapa metabólico, um diagrama dinâmico poderia contribuir para aprimorar a compreensão das interações entre seus elementos bioquímicos, permitindo ao aprendiz apropriar-se paulatinamente dos conceitos envolvidos no metabolismo celular. Nessa direção, um grupo transdisciplinar de alunos e pesquisadores da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG) desenvolveu e tem aprimorado um programa para diagramas dinâmicos denominado SISMA.

Sisma: um software para diagramas dinâmicos

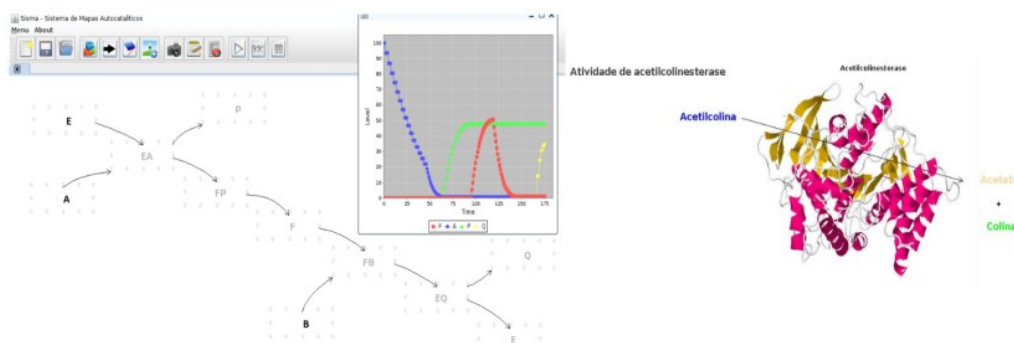
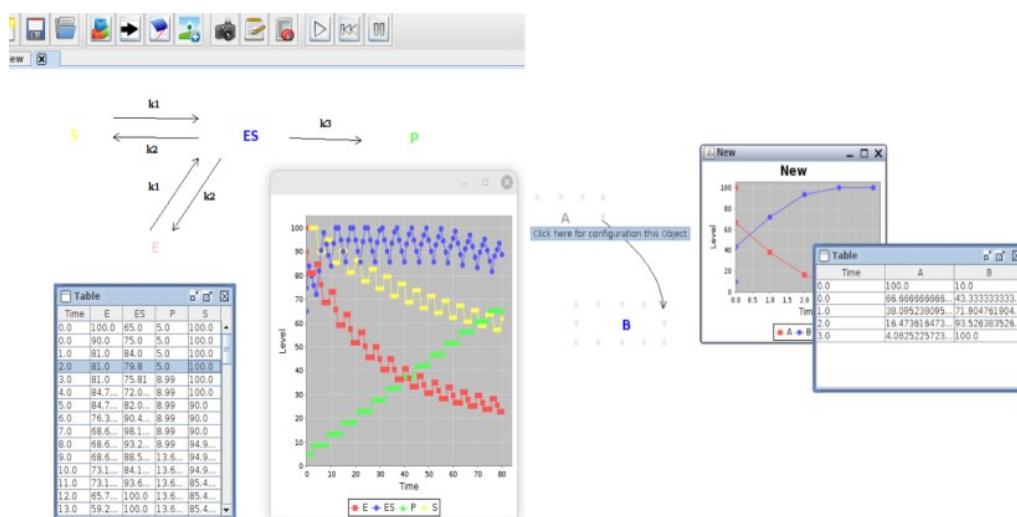
Sisma, um acrônimo para “*Sistema de Mapas Autocatalíticos*”, é um programa elaborado com a proposta de gerar uma imagem dinâmica de transformações ocorridas entre elementos isolados ou em rede, pela simples inserção de compostos (*object*) interligados por caminhos vetoriais representados por setas (*path*). Nesse sentido, o programa foi desenhado para facilitar a inserção de elementos e suas conexões, *simulando o que se desenharia com um lápis numa folha de papel em branco*. O programa foi escrito em linguagem *Java*, e permite visualizar e avaliar dinamicamente a transformação de elementos, tais como reagentes e produtos, quer numa reação isolada, um fluxo metabólico, ou mapas complexos. O programa realiza uma simulação visual e quantitativa num mapa de reações, pela percepção de variações na tonalidade dos objetos envolvidos em cada transformação, tanto a partir de uma equação *default*, como de equações introduzidas pelo usuário. O programa encontra-se registrado junto ao INPI sob o no. 0000270802591357

Características do Sisma

O programa utiliza a visualização dinâmica e interação do aprendiz com o objeto em estudo para tornar a representação de redes mais compreensíveis, como em mapas metabólicos. Sua interface é intuitiva e fácil de usar, com ícones e ajuda

por texto que melhoram a usabilidade. O usuário pode criar mapas simples ou complexos, inserir e remover objetos e caminhos, e ajustar a intensidade relativa dos objetos (luminância). Para criar um mapa, o usuário deve posicionar o mouse no ponto desejado da tela e inserir as informações do objeto. A intensidade relativa do objeto pode ser ajustada com uma barra de rolagem. As caixas de marcação permitem o cômputo do objeto para a elaboração de um gráfico de simulação em tempo real. A simulação pode ser facilmente acompanhada, e as interações dos objetos são claras e graduais. Durante a transformação de um reagente em produto, por exemplo, as matizes de cor dos reagentes tornam-se mais claras até sua invisibilidade no ecrã do programa. Por outro lado, as dos produtos passam de uma visualização tênue a partir daquela demarcada pela função matemática, padrão do programa, ou definida pelo usuário. A [Figura 2](#) que segue ilustra algumas das telas do *Sisma*.

Figura 2: Um exemplo do *Sisma* para uma conversão entre reagentes e produtos interconectados em rede. A imagem apresenta o *canvas* contendo reações esquemáticas, gráficos de simulação da variação dos teores de cada elemento, planilha contendo esses dados para exportação, bem como imagens e textos inseridos pelo usuário.



Sisma e um website educacional: Bioquanti

Para detalhes de instalação e uso do Sisma, recomenda-se uma visita ao site [Bioquanti](#). A página foi desenvolvida para contribuir ao ensino reprodutível (ER). O ER constitui uma metodologia ativa baseada em letramento de programação (Knuth, 1984) combinado a premissas de pesquisa reprodutível, e que utiliza linguagem de programação para a produção de materiais didáticos compartilháveis. Nesse sentido o [Bioquanti](#) foi elaborado originalmente para conceber aplicações em Bioquímica e áreas afins para 3 programas de livre distribuição, incluindo o Sisma .

Atualmente o Bioquanti também oportuniza tutoriais e materiais didáticos ao ensino básico, expressos como objetos interativos ao ensino reprodutível (ou OIER), e utilizando-se dois outros programas. R & RStudio, uma plataforma combinada de linguagem de programação (R) com um ambiente integrado de desenvolvimento (RStudio). E Jmol, um programa para visualização tridimensional de modelos atômicos.

Tangente ao programa Sisma, o site oferece um ebook, além de alguns exemplos de arquivos para simulação dinâmica com o software. Para utilizar o Sisma é necessário baixar e descompactar os arquivos do programa. O Sisma não requer instalação, embora necessite de máquina virtual JAVA para executá-lo.

Embora a inicialização do programa seja simples, tal como referido acima, na atual fase de seu desenvolvimento temos buscado facilitar a utilização do Sisma, envidando esforços para sua portabilização para operar como um aplicativo web : SismaWeb.

SismaWeb

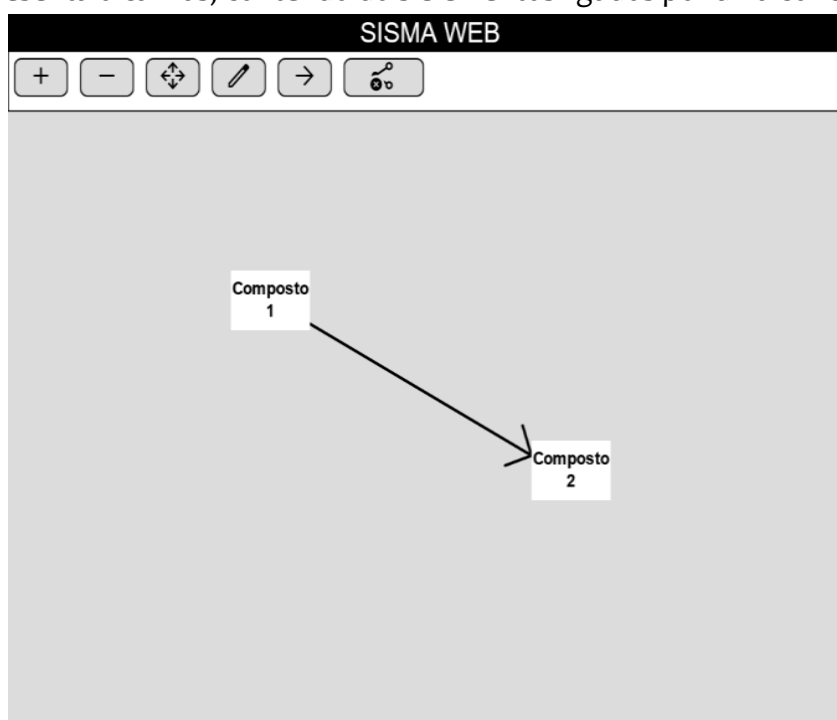
Originalmente, para utilização do Sisma, é necessário ter instalado em seu computador o Java e também realizar o download dos arquivos do programa no site da BioQuanti, o que acaba sendo um obstáculo para alunos e professores, pois exige algum conhecimento sobre downloads e instalações de softwares. Para superar essa limitação, estamos desenvolvendo uma versão online do Sisma, no qual permite que os usuários acessem e realizem simulações diretamente no navegador, sem a necessidade de instalação ou download de arquivos. Essa nova versão oferecerá uma experiência mais acessível e conveniente para os usuários, necessitando apenas de um computador com conexão para internet.

A versão web, está sendo desenvolvida em JavaScript, com a utilização da biblioteca aberta P5.js, que se intitula como uma ferramenta amigável para aprender a programar e fazer arte. Essa biblioteca facilita no desenvolvimento para a criação de elementos visuais e interativos.

Todas as funcionalidades já existentes serão mantidas em sua nova versão, incluindo a capacidade de inserir elementos, ligações e interações entre eles a partir de funções, além de salvar os mapas criados. No entanto, nossa visão é expandir seu uso para além da Bioquímica, permitindo que usuários criem simulações de diferentes tipos de aplicações. Com isso, pretendemos torná-lo uma ferramenta versátil e flexível, capaz de atender as necessidades de uma ampla gama de usuários e disciplinas.

Na Figura 3, podemos ver a tela inicial do programa ainda em desenvolvimento, que busca manter os padrões utilizados no software original.

Figura 3: Interface do *SismaWeb* mostrando as opções disponíveis no menu. A imagem apresenta o canvas, contendo dois elementos ligados por uma conexão.

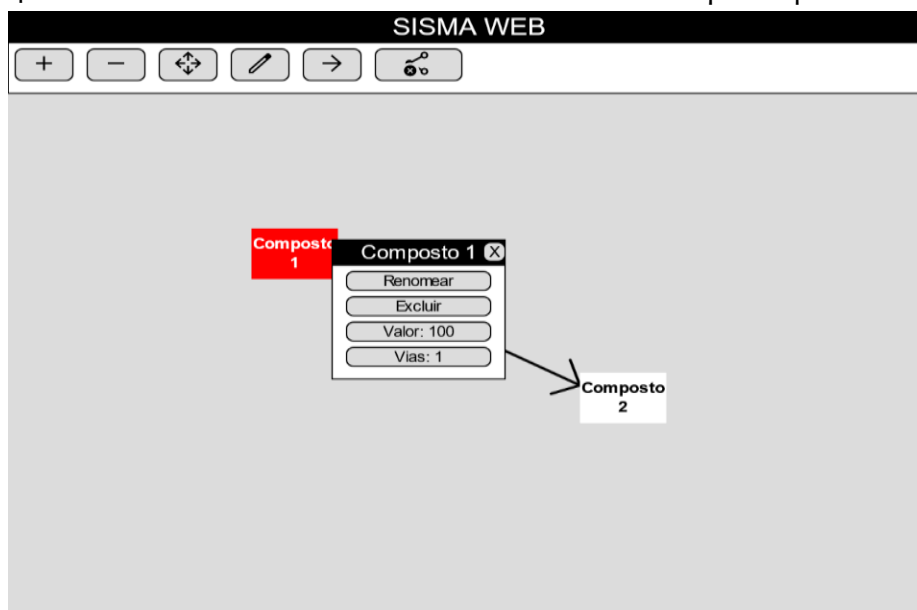


Durante a portabilização, uma das discussões centrais foi sobre a criação de diagramas. Embora existam ferramentas como o *LucidChart* que permitem a criação de diagramas, elas são estáticas e não permitem a visualização em tempo real das alterações. Nosso projeto busca superar essa limitação, permitindo que os usuários criem diagramas dinâmicos que podem ser atualizados em tempo real com base em funções existentes ou criadas pelo próprio usuário. Isso permite uma visualização mais interativa e dinâmica dos processos e sistemas, tornando-a uma ferramenta poderosa para a criação de simulações e modelos.

Buscando trazer uma experiência melhor para o usuário, estamos trabalhando para que seja possível criar mapas e diagramas facilmente utilizando apenas cliques e movimentos de mouse.

Na figura 4, podemos ver um submenu que é possível acessar realizando um duplo clique no elemento desejado. Facilitando o acesso às funções de renomear, excluir, alterar o valor e ver quantas conexões o elemento possui.

Figura 4: Submenu de elementos acessado através de um duplo clique no elemento.



O programa *SismaWeb* ainda se encontra em desenvolvimento e as imagens apresentadas neste texto são prévias e não refletem o resultado final. As funcionalidades e a interface do programa podem sofrer alterações até sua versão final, que poderá ser acessada futuramente no seguinte endereço: <https://sismaweb.netlify.app/>.

Conclusão

O *Sisma* é um programa que permite a visualização dinâmica e interativa de redes complexas, como mapas metabólicos criados pelo usuário. Com a possibilidade de criar diagramas dinâmicos e interativos, e acompanhar suas alterações em tempo real a partir de gráficos e tabelas, permite uma compreensão mais profunda de conceitos complexos. A conversão do *Sisma* para uma aplicação web, *SismaWeb*, amplia ainda mais o potencial da ferramenta, tornando-a mais acessível para os usuários. Com a eliminação da necessidade de download de arquivos e a possibilidade de realizar o acesso direto pelo navegador, o *SismaWeb* beneficia tanto educadores quanto estudantes. Além disso, com a ampliação de seu uso, são abertas novas possibilidades para o ensino e a pesquisa.

Em resumo, o *Sisma* e o *SismaWeb* inovam e representam um avanço na maneira como diagramas e mapas complexos são utilizados no ensino. Essas ferramentas facilitam a compreensão de conceitos abstratos e também incentivam

os estudantes ao ensino. A adesão dessas tecnologias em ambientes educacionais poderão contribuir para uma educação mais eficaz e completa.

Referências

AINSWORTH, S. How do animations influence learning. Current perspectives on cognition, learning, and instruction: Recent innovations in educational technology that facilitate student learning, [s. l.], p. 37–67, 2008.

ANDRADE, R. S. B. de *et al.* Avaliação das dificuldades de aprendizado em Bioquímica dos discentes da Universidade Federal do Piauí. Revista de Ensino de Bioquímica, [s. l.], vol. 15, n.º 1, p. 24–39, 2017.

KNUTH, D. E. Literate programming. The computer journal, [s. l.], vol. 27, n.º 2, p. 97–111, 1984.

MCTIGUE, E. M.; FLOWERS, A. C. Science visual literacy: Learners' perceptions and knowledge of diagrams. The Reading Teacher, [s. l.], vol. 64, n.º 8, p. 578–589, 2011.

OFFERDAHL, E. G.; ARNESON, J. B.; BYRNE, N. Lighten the load: Scaffolding visual literacy in biochemistry and molecular biology. CBE—Life Sciences Education, [s. l.], vol. 16, n.º 1, p. es1, 2017.

STATTON THOMPSON, D. *et al.* A proliferation of images: Trends, obstacles, and opportunities for visual literacy. Journal of Visual Literacy, [s. l.], vol. 41, n.º 2, p. 113–131, 2022.

STOKES, S. Visual literacy in teaching and learning: A literature perspective. Electronic Journal for the integration of Technology in Education, [s. l.], vol. 1, n.º 1, p. 10–19, 2002.

TRINDADE, V. M. T. *et al.* Reforço Acadêmico da Disciplina de Bioquímica I do curso de Farmácia. [s. l.], 2016.

VAVRA, K. L. *et al.* Visualization in science education. Alberta Science Education Journal, [s. l.], vol. 41, n.º 1, p. 22–30, 2011.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.