

<https://doi.org/10.56117/ReSBEnQ.2024.v5.e052414>

## Metáforas, Hipoícones e a Filosofia da Química entre o Animê e o Mangá *Dr. Stone*

*Metaphors, Hypoicons, and the Philosophy of Chemistry between the Anime and Manga 'Dr. Stone'*

*Metáforas, Hipoíconos y la Filosofía de la Química entre el anime y el manga 'Dr. Stone'*

**Juliana Domingos da Silva** ([julianadomingosdsilva@gmail.com](mailto:julianadomingosdsilva@gmail.com))  
Programa de Pós-graduação em Ensino de Química da UFRJ (PEQui-UFRJ)  
<https://orcid.org/0000-0003-3163-8907>

**Waldmir Nascimento de Araujo Neto** ([waldmir@iq.ufrj.br](mailto:waldmir@iq.ufrj.br))  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
<https://orcid.org/0000-0003-0896-4026>

### Resumo

Este artigo analisa um espaço intermedial semiótico, criado entre o animê e o mangá *Dr. Stone*, com o objetivo de investigar de que maneira as metáforas visuais nessas modalidades de mídia podem promover discussões éticas no âmbito da filosofia da química. Fundamentado na teoria de Charles Peirce sobre a metáfora como hipoícone, o estudo se concentra na análise de instantes específicos selecionados tanto no animê quanto no mangá que representam metáforas visuais relacionadas à ética química. A metodologia envolve um ciclo que se inicia com a leitura do mangá, segue para a codificação da sequência correspondente no animê e retorna ao mangá para retomar os quadros correspondentes. Esse processo cria um espaço intermedial semiótico que reconhece a interinfluência das duas mídias na produção de sentidos. Foram selecionados *frames* e quadros que abrangem episódios e capítulos específicos onde temas como a idealização da ciência como força redentora, química de livre mercado, transumanismo e um mundo sem químicos são evidenciados. Essas metáforas permitem explorar possibilidades lógicas derivadas de isomorfismos e similaridades qualitativas, colaborando na compreensão de certos dilemas éticos da química. Os resultados da análise revelam que *Dr. Stone* oferece metáforas visuais poderosas que permitem examinar os desafios de equilibrar o progresso tecnológico com a responsabilidade social. O espaço metafórico visual criado permite criar situações para a prática docente, além de



Este texto é licenciado pela Creative Commons Attribution 4.0 International License.

revelar como ícones certas complexidades éticas da prática dos químicos, e oferecer uma oportunidade para educadores incorporarem esses debates em suas atividades. A metáfora visual criada é uma ferramenta semiótica poderosa para explorar as responsabilidades éticas da ciência, ao mesmo tempo em que se manifesta como uma linha de partida para articulações entre filosofia da química e o ensino de química.

**Palavras-chave:** Semiótica. Ensino de Química. Ética Química.

### **Abstract**

To investigate how visual metaphors present in these media modalities can promote ethical discussions in the philosophy of chemistry, this article analyses a semiotic intermedial space created between the anime and manga *Dr. Stone*. Following Charles Peirce's theory of metaphor as hypoicon, the study focuses on the analysis of specific moments selected from both the anime and the manga that represent visual metaphors related to chemical ethics. The methodology involves a cycle that begins with reading the manga, proceeds to coding the corresponding sequences in the anime, and returns to the manga to revisit the corresponding panels. This process creates a semiotic intermedial space that acknowledges the mutual influence of the two media in meaning production. Frames and panels have been carefully selected to encapsulate specific episodes and chapters where themes such as the redeeming idealization of science, free-market chemistry, transhumanism and a world without chemists can be identified. These metaphors allow for the exploration of logical possibilities derived from isomorphisms and qualitative similarities, contributing to the understanding of certain ethical dilemmas in chemistry. The results of the analysis demonstrate that *Dr. Stone* has provided powerful visual metaphors to examine the difficulties of balancing technological progress with social responsibility. The visual metaphor space that is created facilitates situations for teaching practice and reveals certain ethical complexities of chemists' practices as icons, offering educators an opportunity to incorporate these debates into their activities. The visual metaphor serves as a powerful semiotic tool for exploring the ethical responsibilities of science, and simultaneously as a starting point for articulations between the philosophy of chemistry and chemistry education.

**Keywords:** Semiotics. Chemical Education. Chemical Ethics.

### **Resumen**

Este artículo analiza un espacio intermedial semiótico creado entre el anime y el manga *Dr. Stone* con el objetivo de investigar cómo las metáforas visuales presentes en estas modalidades de medios pueden promover discusiones éticas y generar reflexiones en torno de la filosofía de la química. Basado en la teoría de Charles Peirce sobre la metáfora como hipócono, el estudio se centra en el análisis de momentos específicos seleccionados

tanto en el anime como en el manga que representan metáforas visuales relacionadas con la ética química. La metodología implica un ciclo que comienza con la lectura del manga, continúa con la codificación de las secuencias correspondientes en el anime y regresa al manga para visitar los paneles correspondientes. Este proceso crea un espacio intermedial semiótico que reconoce la influencia mutua de los dos medios en la producción de significado. Se seleccionaron fotogramas y paneles que abarcan episodios y capítulos específicos donde se evidencian temas como la idealización de la ciencia como fuerza redentora, la química de libre mercado, el transhumanismo y un mundo sin químicos. Estas metáforas permiten explorar posibilidades lógicas derivadas de isomorfismos y similitudes cualitativas, contribuyendo a la comprensión de ciertos dilemas éticos en la química. Los resultados del análisis revelan que *Dr. Stone* ofrece poderosas metáforas visuales que permiten examinar los desafíos de equilibrar el progreso tecnológico con la responsabilidad social. El espacio metafórico visual creado facilita situaciones para la práctica docente y revela, como íconos, ciertas complejidades éticas de las prácticas de los químicos, ofreciendo a los educadores una oportunidad para incorporar estos debates en sus actividades. La metáfora visual sirve como una poderosa herramienta semiótica para explorar las responsabilidades éticas de la ciencia, actuando simultáneamente como punto de partida para articulaciones entre la filosofía de la química y la enseñanza de la química.

**Palabras clave:** Semiótica. Enseñanza de la Química. Ética de la Química.

## Introdução

O objetivo deste artigo é oferecer um estudo da metáfora, especificamente da metáfora visual como categoria dos Hipoícones, a partir da Semiótica de Charles Peirce. Para atender a este objetivo geral, propomos criar e analisar um espaço intermedial semiótico (doravante espaço metafórico), situado entre o animê e o mangá da série *Dr. Stone* (Iino, 2019). Esse espaço se apresenta simultaneamente como desafio e oportunidade de diálogo entre a Filosofia da Química e o Ensino de Química, proposto como território para reflexões que enriquecem a formação inicial e continuada de professores de química. Selecionamos como seu horizonte, e no interior do campo da Filosofia da Química, a ética química. Nosso intuito, ao exercitar esse caminho, é testar a iconicidade estrutural subjacente à semiose metafórica (a ação do signo) como parte de um método para colmatar a lacuna entre ideias científicas complexas, como as relacionadas à ética química, e sua compreensão. Além disso, busca-se aumentar o valor educativo da metáfora e, por conseguinte, de animês e mangás.

A relevância do diálogo que propomos baseia-se tanto na frequência quanto na anterioridade do tema da metáfora no ensino de química (Bhushan & Rosenfeld, 1995; Lopes, 1997). Ainda assim, consideramos que esse tema, apesar de amplamente debatido, oferece oportunidades para reflexão e esclarecimento. Por isso, sugerimos aliar, mais uma vez, a semiótica de Charles Peirce, especialmente sua noção de hipoícones, ao debate (Gois & Giordan, 2007). O termo "metáfora" tem origem na Grécia (μεταφορά) e é composto por duas partículas que significam "transporte" ou "carregar". No entanto, no ensino de química e de ciências, é comum observar equivalência funcional entre analogia e metáfora (Duarte, 2005), gerando uma predicação mútua que as trata como um domínio semiótico único: "analogias e metáforas" (por exemplo, Araújo, et al., 2015; Guimarães, et al., 2020).

Embora analogia e metáfora sejam tipos de iconicidade, a analogia geralmente funciona como diagrama, um tipo específico de hipoícone. Ela se baseia na semelhança estrutural ou funcional entre dois objetos ou conceitos, fundamentando a relação entre signo e objeto na similaridade de suas relações e propriedades. A metáfora, por sua vez, é um hipoícone mais amplo, que pode encapsular a função diagramática, apropriando-se da analogia para a produção de sentido (Anderson, 1984). A metáfora opera por meio do transporte ou transferência de sentido, permite que uma entidade seja compreendida e experienciada em termos de outra (Sonesson, 2019), e se destaca como recurso para ampliar interpretações. Neste estudo, buscamos esclarecer essas diferenças e sublinhar como metáforas, especialmente quando recortadas em um espaço visual intermedial e semiótico, podem criar um valioso território para a criatividade.

Um dos desafios propostos aqui é usar produtos culturalmente situados, anexados ao universo da animação e da produção visual, como animês e mangás (Sugimoto, 2009; Rosembaum, 2021), em associação com a ética química, a partir de um horizonte na filosofia da química. O produto escolhido é *Dr. Stone*, um animê e mangá que explora um cenário de ficção científica pós-apocalíptico, onde a humanidade foi misteriosamente petrificada por milhares de anos. A história começa quando o protagonista, Senku Ishigami, um jovem inteligente e apaixonado por ciência, desperta e decide usar seu conhecimento científico para reviver a humanidade e reconstruir a civilização.

O mangá foi criado por Riichiro Inagaki (roteiro) e Boichi (arte), e foi publicado pela primeira vez em março de 2017 na revista *Weekly Shōnen Jump*, da editora *Shueisha*. O animê, por sua vez, foi produzido pelo estúdio *TMS Entertainment*, está disponível na

plataforma Crunchyroll desde 2019 e estreou na Netflix em 2024. A série é aclamada por sua abordagem inovadora que envolve questões da ciência, misturando conceitos de química, física e biologia com uma narrativa que impõe limites à sobrevivência humana e propõe a necessidade de cooperação entre os protagonistas. A força da narrativa visual de “Dr. Stone” como fonte de recursos para a sala de aula de química pode ser evidenciada na quantidade de estudos sobre o produto (por exemplo, Costa, 2021; Sousa, et al., 2021; Silva & Araujo Neto, 2022; Silva, et al., 2023).

Neste estudo, a perspectiva da intermedialidade, concebida como fonte para um método que determina o espaço metafórico entre duas mídias (Lee, 2023), enriquece a compreensão das relações entre as obras, e procura transcender leituras tradicionais ao centrar-se na evidência e transformação de formas e conteúdos associadas ao horizonte da ética química. Esta abordagem não se preocupa primariamente com uma origem ou um destino fixo, mas sim com os processos dinâmicos que ocorrem no espaço entre as mídias. (Chudý & Müller, 2024).

O espaço metafórico criado pode ser considerado como um novo produto de mídia que incorpora características das mídias originais e oferece possibilidades de articulações com o ensino de química. O fenômeno de criação deste espaço ocorre em um “entre”, um espaço de “inter” (Ramazzina-Ghirardi, 2022), que serve como hiato na transição de uma mídia para outra. O processo por trás do fenômeno é descrito, por exemplo, por Elleström (2010) como “transmídiação”, onde uma mídia é reinterpretada e um novo produto de mídia emerge. Este novo produto, nosso espaço metafórico, em acordo com o que Elleström sugere, não apenas replica, mas também ressignifica a iconicidade visual das origens, e implementa mudanças enquanto preserva a estrutura narrativa essencial.

O estudo das metáforas encontra, por exemplo, em Paul Ricoeur (1983) indicações de sua competência para revelar formas de “ser”, “criar” e “compreender”. Nos debates sobre linguagem e cognição, Lakoff e Johnson (1980) argumentam que as metáforas transcendem as estruturas gramaticais e lexicais, residindo nas formas de pensamento. Compreender metáforas implica reconhecer que envolvem duas formas diferentes de pensar. Isso significa que existe uma transferência entre dois tipos de domínios conceituais: um domínio de origem, que é concreto e baseado em algum tipo de experiência, e um domínio alvo, que na maior parte das vezes é abstrato.

A análise das metáforas visuais se cruza com outras disciplinas, como a psicologia, a semiótica geral, e os estudos culturais. Estudar metáforas visuais como categoria que dialoga com a filosofia permite uma compreensão mais profunda de como signos visuais influenciam e constituem nossa maneira de pensar e interagir com o mundo. Nas sessões à frente vamos desdobrar conceitualmente as noções de iconicidade e hipoícones até a metáfora na semiótica de Charles Peirce. Em seguida, apresentaremos questões inerentes ao método e o contexto de produção, e a análise do estudo.

### **Alguns Aspectos sobre os Ícones na Semiótica de Charles Peirce**

Na semiótica de Charles Peirce, a relação entre signo, objeto e interpretante forma o núcleo de sua teoria triádica. O signo é aquilo que representa algo para alguém em algum aspecto ou capacidade, enquanto o objeto é aquilo que o signo representa. O interpretante, por sua vez, é o efeito gerado pelo signo no intérprete, criando outro signo. Essa relação é dinâmica, interdependente e central para a análise de fenômenos culturais e científicos, como explorado neste estudo.

As metáforas que analisamos situam-se no sistema semiótico de Peirce como hipoícones, uma subdivisão da classe dos ícones. Em seu ensaio, *On a New List of Categories* (1867), Peirce classifica os signos em três tipos, com base na relação que possuem com seus objetos. Os ícones representam por semelhança, compartilhando qualidades com seus objetos; os índices, cuja relação se dá por conexão factual ou causal; e os símbolos, cuja conexão é estabelecida por convenção ou atribuição arbitrária.

Ícones, índices e símbolos são as tipologias mais conhecidas na análise semiótica de Charles Peirce, mas representam apenas uma parte de sua teoria. Peirce refinou sua categorização, expandindo as três tipologias originais para sistemas mais complexos, com até 66 tipos distintos de signos, o que trouxe maior precisão na descrição das relações entre signo, objeto e interpretante (Queiroz, 2007). Essas relações, estruturadas em tricotomias, permitem analisar como os signos são afetados por seus objetos e influenciam seus interpretantes (Liszka, 1996). Neste estudo, focalizamos apenas os ícones, delimitando os contornos necessários para compreender a iconicidade nas metáforas.

A primeira forma de perceber a iconicidade, enquanto propriedade de um signo ser ícone, é uma relação de compartilhamento de qualidades. Entretanto, essa relação está além de meras semelhanças em termos superficiais, está ligada também à estrutura que compõe

as suas partes (Nöth, 2024). Isto significa que a relação entre as partes dentro do ícone espelha a relação entre as partes do objeto que representam. Esta semelhança pode ser qualitativa (baseada em atributos) ou estrutural (baseada na disposição e relação das partes). Um aspecto que interessa ao estudo da metáfora visual em situações de ensino, e que deriva de sua iconicidade, é que deve existir homologia, ou semelhança de estrutura entre o signo e o seu objeto. Esta homologia permite que o observador reconheça e interprete o signo adequadamente ao interesse da metáfora selecionada/criada. Tal semelhança envolve o “alinhamento estrutural qualitativo” (Queiroz & Atã, 2018), e que permite ao ícone ser abstraído e reconhecido em diferentes contextos.

Os ícones colaboram para as atividades de ensino, desde gráficos, diagramas, desenhos, imagens, figuras e até na dinâmica gestual docente. O processo de modelar objetos particulares ou eventos e de, por meio dela, oferecer aspectos de sua materialidade ou estrutura é um evento típico associado ao signo icônico e comum em situações de ensino. Modelos moleculares, por exemplo, podem agir semioticamente com esse tipo de iconicidade, onde a homologia estrutural é manifestada na disposição espacial e nas relações de ligação entre os átomos no modelo, em comparação com as distribuições previstas na teoria subjacente (Dangelo, et al., 2020).

O ícone também possibilita a descoberta de novos conhecimentos sobre o objeto ao explorar as propriedades e relações representadas pelo signo (Farias & Queiroz, 2006). Um exemplo é o modelo molecular, que, como ícone, constitui um sistema relacional usado para experimentar mecanismos de reação, seja por estudantes ou como recurso visual na mediação didática (Valadão, et al., 2021). Nesse contexto, os ícones podem ser integrados ao ensino como ferramentas de "experimentação prática" (Caterina & Gangle, 2016; Queiroz & Atã, 2014). Além disso, sua aplicação não se limita a valores de verdade binários, como verdadeiro ou falso (Olteanu, 2019), o que permite explorar essa flexibilidade em práticas docentes.

### ***Os Hipoícones e sua primeira subdivisão, as imagens***

Peirce estabelece os hipoícones como tipos de ícones no texto do *Syllabus* de 1903.

Os hipoícones podem ser divididos, grosso modo, de acordo com o modo de Primeiridade de que fazem parte. Os que participam de qualidades simples, ou de Primeiridades, são **imagens**; os que representam as relações, principalmente diádicas, ou assim consideradas, das partes de uma coisa por relações análogas nas suas próprias partes, são **diagramas**; os

que representam o carácter representativo de um *representâmen* por meio de um paralelismo em outra coisa, são **metáforas** (CP 2.277, tradução nossa).

Ao revisarmos a literatura sobre hipoícones, verificamos posicionamentos diferentes sobre como eles podem ser situados nas classes de signos, um tema que Peirce não explorou diretamente (Farias e Queiroz, 2006; Santaella, 1996; Nöth, 1995; Houser, 1991; Ransdell, 1979). Em nosso estudo, nos apoiamos em Borges (2017), ao considerar que as classes de signos não devem ser vistas meramente como “rótulos” (Borges, 2017, p. 228), mas como momentos de um processo dinâmico de significação. Entendemos os hipoícones como relações interconectadas, uma orientação constante em toda a obra de Peirce. Por isso, e com implicações para nosso método, uma análise semiótica das relações entre imagem, diagrama e metáfora deve explorar as possíveis transições entre essas categorias, reconhecendo, na metáfora, elementos do diagrama e da imagem.

A imagem, como a categoria mais básica dos hipoícones, fornece a base perceptiva para formas mais complexas de representação icônica. Ela captura semelhanças diretas entre o signo e seu objeto, geralmente por atributos visuais ou sensoriais. Exemplos como uma pintura ou fotografia que reproduz uma paisagem ilustram essa relação imediata. Essa característica torna as imagens ferramentas eficazes na comunicação de informações concretas e na evocação de emoções, além de servirem como ponto de partida para a interpretação de metáforas visuais (Gorlée, 2009).

A imagem constitui a base sobre a qual diagramas e metáforas elaboram relações mais abstratas e complexas. Os diagramas, por sua vez, utilizam representações visuais concretas para organizar relações espaciais ou lógicas, como gráficos que tornam padrões e tendências mais claros do que os números isolados. Esse processo evidencia a dinâmica da semiótica de Peirce, onde os signos atuam em diferentes níveis de abstração, enriquecendo a relação entre signo e interpretante.

### ***O Diagrama, ícone da estrutura relacional***

As imagens dependem da semelhança direta e perceptiva com seus objetos, os diagramas operam através da representação das relações entre as partes de um todo, manifestando-se frequentemente em formatos como gráficos, mapas, e modelos estruturais. Esse hipoícone ajuda na visualização e manipulação de relações abstratas, tornando os diagramas ferramentas cruciais no ensino de maneira geral, onde a clareza na representação de relações complexas é fundamental (Stjernfelt, 2022). Além disso, a



capacidade de facilitar a descoberta de novos conhecimentos através da manipulação e reorganização de seus componentes, é uma das suas características mais valorizadas.

Os diagramas representam visualmente informações e criam contextos que ampliam e enriquecem a capacidade cognitiva de quem os utiliza, atuam como espaços conceituais onde conhecimentos e ideias podem ser explorados e reestruturados (Atã & Queiroz, 2021). Tais espaços funcionam como ambientes propícios ao desenvolvimento intelectual, pois os diagramas permitem a visualização e interação com representações abstratas de uma forma manipulável, e Peirce “não resiste” comparar tais possibilidades às relações entre átomos na química (CP 3.468).

Os diagramas se entrelaçam de maneira complexa com imagens e metáforas, criando uma rede de representações que podem coexistir e se complementar em um único signo. Enquanto uma imagem pode fornecer a base perceptual ou o contexto visual para um diagrama, as metáforas podem expandir o significado dos diagramas ao transpor suas relações estruturais para diferentes domínios conceituais.

### ***A Metáfora como Hipoícone***

A metáfora é o terceiro tipo de hipoícone, e no sistema de Charles Peirce seu uso não está livre de disputas e lacunas teóricas (Sonesson, 2019). No entanto, acreditamos que essa complexidade é precisamente o que torna a metáfora um conceito promissor. Ela cria um "espaço" conceitual único, que convida o interpretante a realizar saltos imaginativos e a identificar semelhanças entre elementos aparentemente desconexos. A distinção entre diagrama e metáfora é uma boa estratégia para circunscrever a identidade da metáfora como hipoícone, e nos possibilita elucidar as variações nos julgamentos de semelhança, característica da iconicidade (Ruthrof, 2022).

Enquanto os diagramas organizam e apresentam relações de semelhança de maneira explícita e estruturada, facilitando a compreensão de conceitos dentro de um quadro já conhecido e aceito, as metáforas assumem um papel que consideramos transgressivo, conforme discutido na literatura (por exemplo, Bernardo, 2004, p. 28). Elas têm o potencial de estender, reinterpretar e até subverter nosso entendimento, criando conexões inovadoras que desafiam convenções estabelecidas (Sonesson, 2009, 2017). Essa característica torna as metáforas especialmente valiosas, pois, além de fomentar reflexões

em projetos de formação docente, geram novos conhecimentos que transcendem as limitações das estruturas cognitivas e culturais vigentes.

O que distingue a metáfora dos outros hipoícones é seu potencial para a criação e inovação. Para Peirce, a metáfora é uma comparação extensiva, ou seja, supera a comparação direta, e é fundamentada em atributos que são formalmente abstratos ou interpessoais (CP 7.590). Ao mapear características entre domínios inicialmente distantes a metáfora cria uma lógica espacial não limitada pelas distâncias das relações físicas ou diagramáticas. Ela permite a interpenetração de conceitos, a fusão de horizontes, e a produção de sentidos que extrapolam a mera soma das partes.

Portanto, enquanto o diagrama tende a ser mais literal e preso a relações espaciais análogas (as analogias são, em verdade, diagramas); a metáfora pode permitir professoras e professores reconfigurarem os espaços semânticos de suas atividades docentes, além de criar justaposições surpreendentes. É nesse "espaço metafórico", fluido e dinâmico, que surgem novas possibilidades de interpretação e criação de sentido como parte da agenda de interseções entre o ensino de química e a filosofia da química, como propomos no desenho metodológico à frente.

### **Método e Delimitação do espaço Intermedial de Estudo**

O estudo foca na análise de momentos específicos dentro do espaço analítico entre o animê e o mangá Dr. Stone. Esses instantes foram selecionados por representarem metáforas que configuram um espaço intermedial semiótico, com pontos de convergência que absorvem e refletem a narrativa visual de ambas as mídias. A abordagem adota como princípio a codificação de ícones visuais em um ciclo que começa com (i) a leitura do mangá; (ii) passa pela codificação colaborativa da sequência correspondente no animê, utilizando o aplicativo de nuvem VideoAnt® (Newman & Rogers, 2024); e (iii) retorna ao mangá para revisar os quadros correspondentes. Os *frames* e quadros escolhidos reconhecem a interinfluência entre essas mídias na produção de significados (Bolton, 2018).

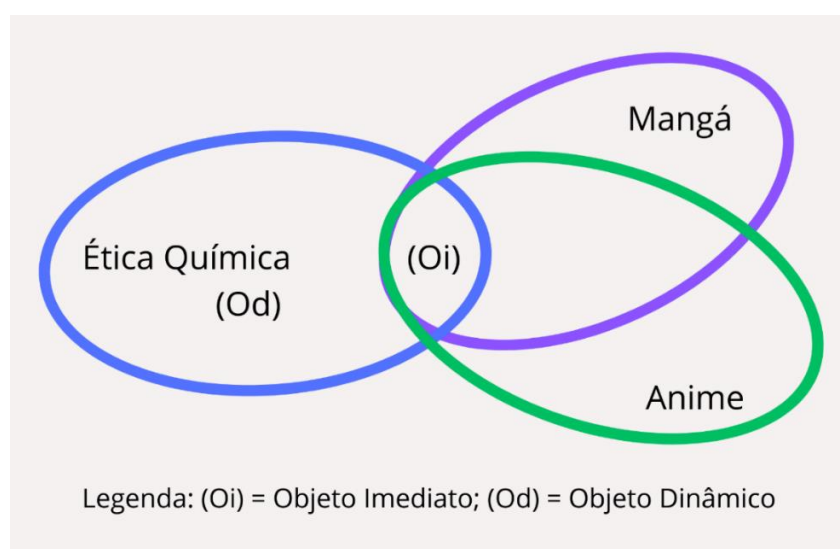
Os trabalhos de Karine Aparecida de Freitas Dias de Souza e Edson José Wartha contribuem significativamente para a aplicação da semiótica de Charles Peirce no ensino de ciências, especialmente ao explorar a distinção entre objeto imediato e objeto dinâmico. Souza (2012) discute como o objeto imediato, entendido como a representação do objeto tal como aparece ao intérprete, pode ser mobilizado em atividades pedagógicas para criar

uma ponte entre a percepção inicial dos estudantes e os conceitos científicos mais complexos. Por sua vez, Wartha (2013) aprofunda a análise do objeto dinâmico, caracterizado como o objeto que permanece fora da representação, argumentando que ele desempenha um papel essencial na construção do conhecimento científico, pois desafia o intérprete a transcender as limitações de sua compreensão inicial.

O que realizamos analiticamente são comparações entre dois domínios: (1) o espaço intermedial semiótico entre o animê e o mangá; e (2) conteúdos sobre ética química (que serão delineados neste método mais à frente). As comparações são dotadas de uma capacidade de produção de sentidos que, embora imprecisa (como é típico dos ícones), é poderosa e possibilita explorar "possibilidades lógicas" (CP 2.234) derivadas de isomorfismos e similaridades qualitativas localizadas. Nesse caminho, o objeto dinâmico (Od) é visto como o aquilo que está sendo comparado, em nosso caso a ética química. O espaço comparativo (em nosso caso o espaço intermedial semiótico) representa a maneira pela qual o signo se manifesta por meio da relação de determinação por esse objeto dinâmico. Ou seja, o objeto dinâmico afeta o objeto imediato. As qualidades (iconicidades) compartilhadas por eles conformam o objeto imediato (Oi), que é invariavelmente "integrado ao signo" e cria nosso espaço metafórico (Jungk, 2020, p. 971).

Na Figura 1, apresentamos um diagrama desse contexto no método criado para o estudo.

**Figura 1** – Diagrama que representa a delimitação do espaço metafórico (Oi) no estudo



**Fonte:** Elaborado pelos autores

Para o presente artigo, decidimos recortar um ponto da narrativa que agisse como *metáfora visual* de um horizonte centrado na ideia de ética na e para a química. Entendemos a ética aqui na mesma direção de Schummer (2018), enquanto técnica de raciocínio sobre normas e valores, instituídos legalmente ou negociados politicamente, com a finalidade de pô-los em escrutínio para construção de argumentos morais que justificam escolhas sobre aspectos da vida.

O campo da ética e moral na química e na prática dos químicos constitui um domínio crucial da pesquisa em filosofia da química, engajando-se em explorar implicações éticas das atividades químicas. Pesquisadores como Jean-Pierre Llored (2016), Agustín Adúriz-Bravo (2021), Evandro Rozentalski e Paulo Porto (2021), Luciana Zaterka e Ronei Clécio Mocellin (2021), além de Joachim Schummer (2001, 2021), pioneiro na discussão, entre outros, têm contribuído significativamente para se pensar como os químicos, e suas práticas, moldam e são moldados por valores éticos e morais ao se relacionarem com a tecnologia e a sociedade.

Empregamos o artigo de Chamizo & Ortiz-Millan (2024) como referência central para explorar a dimensão ética na química, utilizando-o para desenvolver um horizonte metafórico que ressoasse com a narrativa de *Dr. Stone*. No artigo, os autores abordam temas cruciais como a capacidade da química "salvar o mundo", a influência do "mercado na química", as implicações do "transumanismo", a relação entre "química e democracia", e a perspectiva de um "mundo sem químicos". Esses aspectos são explorados para entender como a ciência, e mais especificamente a química, é representada como uma força tanto redentora quanto problemática. Através desta lente, *Dr. Stone* é analisado como meio que reflete e projeta questões éticas na química contemporânea. A utilização desse artigo como âncora na análise foi concebida como estratégia para marcar o paralelismo entre *Dr. Stone* e formas de discurso referenciadas na filosofia da química.

O espaço metafórico criado é composto por um conjunto de ícones representados como metáforas visuais, extraídas de *frames* do animê e quadros do mangá *Dr. Stone*. As seleções foram feitas a partir da sequência narrativa dos episódios 4 e 5 da primeira temporada do animê e dos capítulos 11 e 12 (Z=11 e Z=12) do mangá. Esse espaço visual foi estruturado para representar conceitos ou processos relevantes ao ensino de química e à filosofia da química. Ele também se conecta a públicos específicos, como a formação inicial

de professores, que também podem ser potenciais receptores dessas modalidades de mídia (Okuyama, 2015; Gonçalves, et al., 2020).

É fundamental reconhecer que esse lugar entre as mídias é caracterizado por uma dinâmica de repetição e complementaridade. Ele não é apenas mero reflexo de uma mídia na outra, mas campo rico em elementos visuais que são frequentemente repetidos, reforçando a coerência e a continuidade entre elas. Essas repetições não só consolidam o espaço intersemiótico como também amplificam o impacto das metáforas visuais, tornando-as mais acessíveis e compreensíveis para o público.

### **Metáforas da Ciência e da Química entre o Animê e o Mangá *Dr. Stone***

Senku Ishigami, um jovem cientista, é um dos primeiros a despertar 3.700 anos após uma misteriosa luz verde atingir a Terra e transformar toda a humanidade em pedra. Determinado a restaurar a civilização através do poder da ciência, Senku enfrenta vários desafios, incluindo a oposição de Tsukasa Shishio, um jovem poderoso que tem suas próprias concepções de como o novo mundo deve ser. O embate entre os dois dá início a uma disputa entre forças opostas, tendo a ciência de um lado, personificada em Senku, e do outro uma forma habilidosa e expressiva de negação da ciência, personificada na força de Tsukasa, que deseja mediar, exatamente, quem merece ser revivido. A narrativa se desenrola com Senku em sua jornada para reviver e reunir aliados, usando ciência e técnica para superar adversidades e confrontar Tsukasa. Na Figura 2, são apresentadas as imagens do animê e do mangá que compõem o espaço metafórico visual criado para este artigo, na sequência da narrativa em estudo.

Figura 2 – Espaço Metafórico visual criado para o estudo



**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir de *frames* do episódio 5 do animê e quadros dos capítulos 11 e 12 do mangá

Nesse ponto da narrativa, Tsukasa confronta Senku, e após uma discussão na qual ambos tentam superar suas divergências sem sucesso, Tsukasa ataca Senku e o mata. Esta imagem pode ser interpretada como uma metáfora visual que encapsula conflitos centrais e temas da série. A sequência apresenta uma rica camada de significados ao articular o embate entre passado e futuro, simbolizado pelas posturas opostas de Tsukasa e Senku. Como veremos, essa tensão dialoga diretamente com debates contemporâneos da filosofia

da química, como apontado por Joachim Schummer (2006), que destaca a necessidade de refletir sobre o impacto ético do progresso científico no presente.

Enquanto Senku encarna uma visão otimista da ciência como força redentora, alinhada ao progresso tecnológico, Tsukasa questiona as consequências éticas e sociais desse progresso, ecoando preocupações relacionadas ao princípio da precaução (Jonas, 1979; Lacey, 2006). A metáfora visual transcende a ficção e permite um espaço visual para a reflexão sobre os desafios éticos da química, especialmente em um contexto de avanços como os da nanotecnologia. Essa abordagem reforça a conexão entre a ética química e a análise de narrativas emergentes na cultura audiovisual, ampliando a oportunidade desses debates no ensino de química.

### ***Salvar o mundo***

Tsukasa não é um antagonista convencional, ele personifica a resistência contra o avanço científico. Sua proposta de manter a humanidade em um estado purificado, livre das complicações da modernidade, reflete medo e desconfiança sobre a capacidade da ciência em ser a lanterna para a construção de um novo futuro. Tsukasa encara a ciência como uma força potencialmente corruptora e desestabilizadora no vetor da história, motor de recondução do mundo ao estágio de preconceito, pobreza e opressão. Ele vê a ciência, que Senku encarna, como ameaça à sua visão idealizada de uma sociedade harmoniosa.

Isso nos transporta ao que é posto em evidência no artigo de Chamizo e Ortiz-Millan (2024), pois a química, paralelamente às metáforas de Dr. Stone, deseja, como destacam esses autores, “Salvar o Mundo”. Todavia, há nas formas de vida contemporâneas, assim como no mundo de pedra de Senku, tensões que demandam precauções como as emanadas pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) no documento “Princípio da Precaução” (UNESCO, 2015), cujo trecho traduzimos livremente do artigo supracitado, conforme a seguir.

Quando atividades humanas possam levar a danos moralmente inaceitáveis que são cientificamente plausíveis, mas incertos, ações devem ser tomadas para evitar ou diminuir esses danos. Danos moralmente inaceitáveis referem-se a danos aos humanos ou ao ambiente que ameaçam a vida ou saúde humana, ou são sérios e efetivamente irreversíveis, ou **inequitativos para as gerações presentes e futuras**, ou impostos sem consideração adequada dos direitos humanos dos afetados. (UNESCO, 2015 como citado em Chamizo e Ortiz-Millan, 2024, grifo nosso).

O trecho destacado anteriormente sobre danos moralmente inaceitáveis e a necessidade de precauções é um lembrete, paralelamente à voz de Tsukasa, de que a ciência pode causar prejuízos e perpetuar desigualdades. As metáforas visuais nesse ponto nos permitem, de forma complementar ao que destacam Chamizo e Ortiz-Millan, dialogar com as questões propostas por Hans Jonas, ainda na década de 1970, em sua obra "O Princípio da Responsabilidade: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica" (Jonas, 2006). Nela, Jonas propõe uma ética voltada para o futuro, e reflete o potencial das ações humanas para causar impactos significativos e irreversíveis ao ambiente e em outros humanos.

Os danos apontados por Chamizo e Ortiz-Millan são "cientificamente plausíveis, mas incertos", destacando a relevância do diálogo com o Princípio da Responsabilidade. Por exemplo, Jonas reflete sobre o "saber real" (Jonas, 2006, p. 70), que corresponde ao conhecimento disponível, indicando a possibilidade de riscos, mesmo sem certeza. Hans Jonas ressalta que, diante do saber real e da impossibilidade de alcançar o "saber ideal" (Jonas, 2006, p. 71), é imprescindível agir com responsabilidade, considerando os riscos potenciais. Embora não possamos prever todas as consequências futuras de nossas ações, o saber real disponível exige a responsabilidade ética de prevenir impactos irreversíveis ou injustos para as gerações presentes e futuras (Steel, 2015).

Hugh Lacey (2006), um dos principais filósofos a discutir o Princípio da Precaução, destaca que existem diversas formulações do conceito, frequentemente criticadas por defensores de uma visão de ciência e inovação voltada aos interesses do capital e do mercado. Lacey, ao abordar os transgênicos sob uma perspectiva filosófica, questiona os valores e objetivos que orientam sua promoção e uso. Ele defende que a adoção de transgênicos deve levar em conta o Princípio da Precaução, priorizando valores como sustentabilidade ambiental, segurança alimentar e justiça social, em vez de privilegiar exclusivamente o progresso tecnocientífico e os interesses econômicos. Ademais, Lacey argumenta que a aplicação do Princípio da Precaução, quando bem fundamentada, "não compromete a objetividade científica" (Lacey, 2005, p. 45).

Novamente, a tensão entre Senku e Tsukasa pode ser usada como metáfora visual para abrir rodas de discussão sobre a ética e interesse de mercado nas decisões científicas. Permite que estudantes reflitam sobre como equilibrar as formas de relação com o planeta, em ampla sintonia com debates emergentes tanto na filosofia da química como no ensino de química (Llored & Sarrade, 2016; Vilches & Gil-Pérez, 2013), além de considerarem



nesses debates as limitações do nosso conhecimento. Nesse ponto da narrativa, as metáforas visuais oferecem oportunidades de discussões sobre nossas obrigações com as gerações futuras, e como nossas ações atuais moldam o mundo que eles herdarão. Jonas (2006) defende que, mesmo sem o saber ideal, devemos agir com responsabilidade, usando o saber real para prevenir danos graves ou irreversíveis, e reconhece que a inação também é uma forma de ação com consequências éticas.

O Princípio da Precaução exige que a ciência incorpore valores éticos e sociais de forma responsável, promovendo uma abordagem pluralista que reconheça e integre contextos sociais e ambientais específicos. Lacey vê essa integração como um meio de combater distorções que ocorrem quando a ciência é subordinada aos valores do capital privado, o que compromete sua autonomia e distorce suas práticas. Para ele, o Princípio da Precaução oferece estrutura metodológica para equilibrar progresso tecnológico com o bem-estar social e ambiental, reforçando a autonomia da ciência ao exigir que ela se comprometa com uma análise ética e socialmente informada dos riscos (Lacey, 1999).

Senku incorpora a ideia de que, apesar das incertezas em sua jornada, é ético agir para melhorar a condição humana, tomando precauções baseadas no conhecimento disponível. Tsukasa, por sua vez, conforma uma imagem da paralisia que pode ocorrer ao esperar pelo saber ideal, levando a ações extremas que também podem causar danos. Senku enfim assume a responsabilidade de avançar, aceitando os riscos inerentes à ação baseada no saber real. Tsukasa, buscando evitar qualquer risco de danos futuros, acaba adotando medidas drásticas que também têm consequências éticas significativas. O embate entre Senku e Tsukasa abrange visualmente o dilema ético de como agir diante da incerteza sobre o futuro, e representa, como metáfora visual, a tensão entre agir com base no conhecimento que temos (saber real) ou esperar por um conhecimento completo e infalível (saber ideal), que é inatingível.

É fundamental considerar nos debates e no território de uma ética da química quem se beneficia da ciência e quem poderia ser prejudicado por suas aplicações, um ponto que a imagem de Tsukasa arrasta para o centro da narrativa como metáfora.

### ***Química, Mercado e Transumanismo***

Embora as ações de Tsukasa possam parecer extremas, sua preocupação com a ciência perpetuando estruturas de poder existentes e marginalizando aqueles sem voz na

sociedade levanta uma crítica pertinente ao debate da ética química na filosofia da química. Essa visão converge com a “química de livre mercado” (*free market chemistry*) discutida por Chamizo e Ortiz-Millan. Ao questionar qual ciência é produzida e a quem ela serve, Tsukasa ecoa preocupações contemporâneas sobre ética na tecnologia e na inovação, um debate iniciado no campo da filosofia da química por Joachim Schummer há quase duas décadas (Schummer & Baird, 2006).

Senku utiliza a ciência para reviver a humanidade petrificada, um ato que pode ser percebido metaforicamente como uma forma primitiva de transumanismo, como destacam Chamizo e Ortiz Millan, por exemplo, no trecho que apresentamos a seguir.

"No final do século passado, **More e Vita-More publicaram o primeiro manifesto transumanista**, que em **sua versão extropiana posterior** rejeitou toda influência religiosa e, com base no liberalismo, considerou que o estado atual da humanidade representa uma transição. Este transumanismo desenvolve uma espécie de tecnoantropologia de ciborgues e astronautas, assumindo a biologia humana, exceto pela atividade do cérebro humano, como um obstáculo ao seu destino, a missão cósmica da espécie (...)" (Chamizo, Ortiz-Millan, 2024, grifo nosso).

O transumanismo volta-se para a eliminação do sofrimento, erradicação de doenças, aprimoramento de capacidades físicas e intelectuais, longevidade, permitindo ao ser humano, caso deseje, inclusive, alcançar a imortalidade. Essa ambição está em sintonia com o desenvolvimento de tecnologias em áreas como Nanotecnologia, Biotecnologia, Tecnologia da Informação, e Ciências Cognitivas, entre outras. O transumanismo considera o ser humano um ente científico-tecnológico, e suas limitações são reinterpretadas como problemas que devem ser continuamente superados para que a humanidade alcance plena liberdade, autonomia e bem-estar (Thomas, 2024).

Max More, pioneiro e formulador chave do movimento transumanista, reivindica a busca por transcender as limitações humanas com uso da tecnologia, e promover o avanço constante em direção a uma condição transumana. More defende valores que chamou “extropianos” (More, 1996), deliberadamente em contraponto à entropia, e incluem: otimismo, progresso, autotransformação e superação de limites biológicos. Para ele, a humanidade deve adotar uma postura ativa de aprimoramento, redefinindo a condição humana, transcendendo sua natureza original e limitando fatores que restringem o fazer cotidiano e a longevidade humana, mediado pela tecnologia e pela ciência (More, 1990).

Natasha Vita-More (2013), por sua vez, é outra pioneira no movimento transumanista e co-autora do documento "*Transhumanist Declaration*" (Humanity+, 1998),

junto a Max More. Sua contribuição se dá especialmente em áreas como o design e preservação do corpo, a identidade humana e a expansão da consciência, sempre com foco em aprimorar a experiência humana e a longevidade por meio de tecnologias emergentes. Ao manifestar-se como limite da existência humana, o corpo torna-se o primeiro aspecto a ser superado em uma ontologia transumana (Vita-More, 2003).

Na visão transumana engendrada por Max More e Natasha Vita-More a nanotecnologia, por exemplo, é uma arma poderosa e oferece meios de transcender as limitações biológicas humanas. A nanotecnologia abre possibilidades ao transumanismo para intervenções moleculares que melhorariam a saúde e prolongariam a vida, ao permitir uma reconstrução aprimorada das capacidades físicas e cognitivas (Akpan, 2024). Manipular a matéria em escala molecular permitiria criar "humanos aprimorados" (Alkimim, 2024), capazes de superar a degeneração natural, aumentar a resiliência e, idealmente, atingir um estado de bem-estar ampliado.

Joachim Schummer no livro *Nanotechnology: Challenges and Implications for Philosophy, Ethics, and Society* (Schummer & Baird, 2006) oferece um capítulo com as questões éticas e morais sobre nanotecnologia. Ele destaca que sua discussão permanece numa retórica utópica quando ligada ao transumanismo, considerado por ele como um movimento "quase-religioso" (Schummer, 2006, p. 430). Apesar de partirem de visões tecno científicas, esses discursos estão, na visão de Schummer, profundamente enraizados em concepções futuristas e popularizadas pela ficção científica. Schummer, assim, questiona a legitimidade de muitas dessas visões e critica sua sedução sobre a opinião pública e entre os formuladores de políticas.

Schummer defende uma abordagem ética fundamentada e alerta para os riscos do entusiasmo desmedido pela nanotecnologia, especialmente quando vinculado ao transumanismo. Ele argumenta que promessas de transformações sociais radicais e até de imortalidade podem criar um descompasso entre as expectativas e a realidade, levando a possíveis reações negativas do público em relação à ciência. Para Schummer, a filosofia da química nos oferece fundamentos indispensáveis para avaliar os limites reais da manipulação molecular, e nos permite por em evidência as implicações sociais e éticas da nanotecnologia, evitando adesão irrefletida aos ideais de aprimoramento humano.

Sobre ficção científica, um gênero narrativo ao qual Dr. Stone está associado, Schummer oferece um contraponto à sua crítica ao elogiar *The Nanotech Chronicles* de

Michael Flynn (1991) e destacar positivamente *Engines of Creation* de Eric Drexler (1986) como meios potenciais para abordar as implicações éticas e sociais da nanotecnologia (Schummer, 2006, p. 416). Ele concorda que, com o suporte de discussões guiadas em sala de aula, histórias de ficção científica podem ser valiosas para estimular debates sobre ética química, ampliar a sensibilidade para questões morais e desenvolver habilidades essenciais na formação superior (Berne & Schummer, 2005, p. 467).

Concordamos com Schummer sobre a necessidade de discussões guiadas, especialmente com a mediação do professor, para que a metáfora em narrativas de ficção científica possa superar tais limitações. A metáfora permite que conceitos complexos sejam mobilizados no espaço escolar de forma interpretativa e crítica. Julgamos que, com apoio da mediação docente, essas narrativas tornam-se próprias para reflexões éticas e sociais, preparando estudantes para enfrentar as implicações dos avanços tecnológicos. Schummer também problematiza o *cyberpunk* (Schummer, 2006, p. 417), enquanto subgênero de ficção científica, ao observar que, embora ele exponha questões éticas e sociais relacionadas à tecnologia, distorce a percepção pública ao sugerir um futuro inevitável de dominação tecnológica e perda de humanidade.

O *cyberpunk* retrata futuros distópicos em que tecnologias avançadas coexistem com desigualdades extremas e decadência social (Marciano Neto, 2023; MacFarlane et al., 2019). Em consonância com outros estudos, como os de Gottesman (2016) e Qiu e Luo (2024), consideramos o gênero animê cyberpunk promissor para a criação de metáforas visuais capazes de tensionar o avanço tecnológico com questões sociais e expor dilemas éticos da nanociência. Obras como *Akira* (Otomo, 1982), *Ghost in the Shell* (Shirow, 1989) *Battle Angel Alita* (Kusakawa, 1993), e *Fullmetal Alchemist* (Arakawa, 2001) exemplificam narrativas que oferecem imagens com capacidade de serem empregadas em atividades educativas voltadas à reflexão sobre a transformação ou transcendência do humano.

Diferente do gênero *cyberpunk*, o gênero *Shonen*, onde Dr. Stone está inserido, focaliza a superação, colaboração e otimismo (Flis, 2018), apresentando forma visual e narrativa favoráveis à sua apresentação na sala de aula da educação básica (Pau Ferro et al., 2023). Na narrativa, Senku utiliza o elixir para desfazer a petrificação, não apenas com o objetivo de salvar a humanidade, mas também de aprimorá-la. Esse ato se conecta metaforicamente ao transumanismo, ao representar o controle e a modificação de aspectos que, de outra forma, estariam sujeitos ao acaso. O estado de petrificação da humanidade

simboliza as limitações humanas que o transumanismo busca superar, funcionando como uma metáfora da estagnação, na qual as potencialidades humanas são interrompidas. Sob a perspectiva transumanista, a petrificação reflete as restrições físicas e mentais impostas pela natureza, que o movimento propõe transcender.

### ***Democracia e Uroscopia no Mundo sem Químicos***

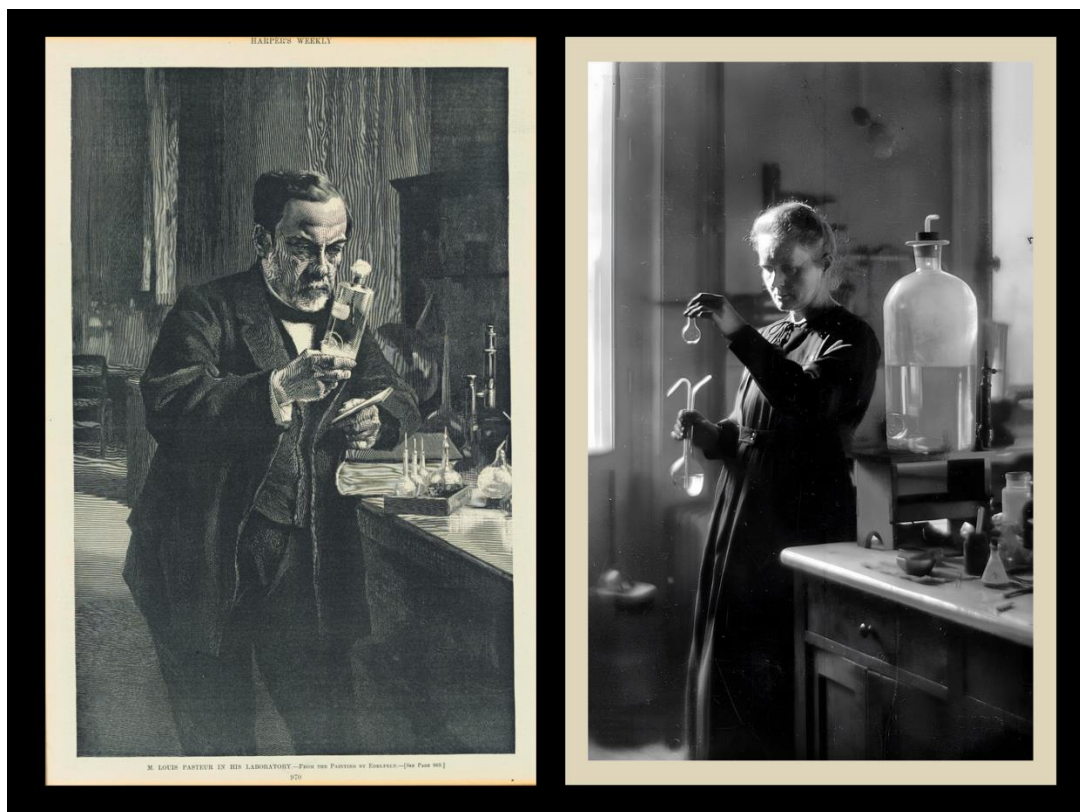
Como aponta a filosofia da química, a ciência deve articular questões como ética e justiça social. A metáfora visual do confronto entre Tsukasa e Senku funciona como um convite a esse debate, levantado por Joachim Schummer, Bernadette Bensaude-Vincent e Brigitte Van Tiggelen (2007) no âmbito da imagem pública da química. É uma reflexão sobre a necessidade de uma química mais responsável, que vá além dos interesses do livre mercado, garantindo que os avanços científicos beneficiem a todos de maneira equitativa e levem em conta o bem-estar do planeta e de suas populações no longo prazo (Chamizo & Ortiz-Millan, 2024). Essa dimensão de equidade emerge na iconicidade dos diagramas 6A e 6B (Figura 2), que apresentam a ciência como um campo capaz de reduzir desigualdades sociais e de gênero, destacando a ideia de que "a ciência iguala todas as coisas".

Os diagramas 6A e 6B podem ser mobilizados na metáfora como manifestação da ciência enquanto força democratizante e que permitiria superar diferenças relacionadas a status, capacidade ou gênero. Essa ideia é visualmente representada na preocupação de Taiju Oki com a segurança de Yuzuriha Ogawa (os dois amigos de Senku nesta sequência), sugerindo que a ciência oferece condições de igualdade, independentemente de força física, gênero ou papéis sociais. Nesse momento, Senku está morto, mas emerge simbolicamente como uma entidade onisciente da ciência, projetando sentidos para formas de vida mundanas (neste caso percebidas como não-científicas), já que Taiju e Yuzuriha não desempenham papéis científicos na narrativa. No entanto, a crença de que a ciência, por si só, pode resolver desigualdades revela-se ingênua, ao ignorar as complexas dinâmicas sociais, culturais e políticas. Essa metáfora pode ser explorada como um estudo de caso para discutir como a química, enquanto prática social, opera em contextos que podem tanto reforçar quanto desafiar essas desigualdades.

Senku não é o vilão em Dr. Stone, e apesar de sua posição ufanista pela ciência e apego desmedido pelo "método científico", é uma metáfora complexa do cientista, com apego especial à química. Uma imagem icônica que fortalece essa metáfora está

contemplada duas vezes na Figura 2 (quadro 8A e *frame* 8B). Ela emerge tanto no animê quanto no mangá quando Senku é ressuscitado (sim, isso mesmo, ele volta!) por seus amigos. Essa imagem refere-se à pose de contemplação de um frasco contendo algum líquido ou outro artefato, como ilustram os exemplos de Louis Pasteur e Marie Curie na Figura 3.

**Figura 3** – *Louis Pasteur e Marie Curie em uma metáfora visual da atividade científica*



**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir de imagens da internet

Schummer e Spector (2007) apontam que essa pose icônica tem suas origens na prática médica da uroscopia, ou seja, a análise visual da urina para diagnosticar doenças. Desde o século XIII, há representações dessa pose associadas aos santos Cosme e Damião (p. 7). Elas atravessam o período medieval e passam a marcar a representação de alquimistas a partir do século XVI. Contudo, essas imagens também carregavam uma intenção crítica, ao vincular os retratados a fraudes, uma vez que a uroscopia foi associada à uromancia, a prática de adivinhação e previsão do futuro pela análise da urina. Essa pose enfrentou múltiplos significados ao longo do tempo, até alcançar uma nova valorização no século XIX, quando começou a ser redimida como símbolo da ciência e dos cientistas.

Atualmente, é possível encontrar, com uma breve busca na web, exemplos dessa representação em imagens que exaltam a ciência.

A imagem de Senku contemplando um frasco em laboratório é oferecida na narrativa de Dr. Stone quando amigos choram sua morte. Ela emerge como lembrança de Senku, mas se torna a chave para sua ressurreição. A pose de Senku, assim como as imagens históricas de Marie Curie e Pasteur olhando para vidrarias, pode agir como uma metáfora do químico. Ela nos transporta para uma reflexão entre o passado da ciência, centrado na investigação isolada, e o futuro, que demanda a fusão de conhecimentos. Tensão essa que é aportada por Chamizo e Ortiz-Millán (2024) ao discutirem as prospecções da Royal Society de um “mundo sem químicos” (pp. 6-7).

As imagens podem ser mobilizadas como ícones para ilustrar como a ciência sempre envolveu a integração de diversas áreas do conhecimento, mesmo quando a interdisciplinaridade não era explicitamente reconhecida (Jost & Restrepo, 2022). Posturas contemplativas e focadas, frequentemente representadas visualmente, refletem um modelo de pensamento que, embora pareça singular, é sustentado por uma rede complexa de influências e colaborações. Nesse contexto, a filosofia da química aponta que, embora a química tenha historicamente integrado diversas áreas do conhecimento, o avanço de subdisciplinas tem promovido uma fragmentação crescente. Essas subdisciplinas, muitas vezes originadas de interações interdisciplinares, têm se consolidado como campos autônomos, o que, por um lado, expande as fronteiras do conhecimento, mas, por outro, reduz o foco nos fundamentos da disciplina química (Ruthenberg, 2024).

Senku, após ressuscitar, está prestes a descobrir, nos próximos capítulos, que há outros humanos despetrificados e que precisará atuar de forma interdisciplinar para resolver novos problemas, e cada vez mais complexos, que serão apresentados a ele ao longo de sua jornada. Mas isso... será em outro capítulo.

## **Conclusões**

Este artigo analisou metáforas visuais criadas em um espaço intersemiótico entre o animê e o mangá *Dr. Stone*, ao abordar a complexidade das interações entre o protagonista, Senku, e outros personagens, especialmente o antagonista, Tsukasa, em uma sequência da narrativa. A análise discutiu aspectos éticos da química sob diferentes perspectivas, em diálogo com a filosofia da química. Guiados por temas emergentes no artigo *Ethics of the*

*Future of Chemical Sciences*, de José Antonio Chamizo e Gustavo Ortiz-Millán (2024), enfatizamos a importância de uma prática química orientada por valores morais e responsabilidade social. As metáforas visuais em *Dr. Stone* destacaram tanto o potencial transformador da ciência quanto dilemas éticos associados, incluindo o princípio da precaução, o transumanismo e a imagem pública da química.

O contraste entre Senku e Tsukasa transcende a oposição entre ciência e natureza, funciona como espaço visual para reflexões sobre a responsabilidade ética na mobilização do conhecimento em sociedade. A ambiguidade moral que atravessa o contexto narrativo de animês e mangás permitiu revelar aspectos ricos para a metáfora em sua análise. Senku adota uma visão extropiana, e em alguns momentos transumanista, mas tensiona essa posição ao evitar ações impulsivas e alinhar-se ao princípio da precaução. Tsukasa, inicialmente apresentado como vilão, oferece uma crítica à liberdade tecnológica irrestrita e aos seus possíveis impactos sociais quando desvinculados da ética e dos valores morais.

Nossa adaptação intermedial revela o valor icônico da química enquanto campo científico com compromissos e demandas sociais. Reafirmamos nossa defesa sobre as metáforas e os espaços metafóricos visuais como meios para uma educação química capaz de enfrentar os desafios éticos emergentes, em debates sobre inovações tecnológicas e científicas. A filosofia da química de Joachim Schummer (2006) segue relevante, especialmente em relação às promessas da nanotecnologia e do aprimoramento humano. Enquanto o transumanismo celebra a nanotecnologia como via para transcender as limitações humanas, Schummer propõe uma postura ética que considere as consequências sociais desses avanços. As metáforas visuais de *Dr. Stone* integram esses temas científicos.

Nosso estudo dialoga com iniciativas na literatura que valorizam o uso de imagens no ensino de ciências, como destacado por Septaria e Fatharani (2022). Entre os exemplos recentes, incluem-se estratégias desenvolvidas durante a pandemia de COVID-19 para o ensino remoto (Fiori & Goi, 2022) e abordagens baseadas na teoria da aprendizagem significativa (Santos, 2022). Além disso, pesquisas reconhecem o potencial didático de *Dr. Stone* em perspectivas lúdicas aplicadas ao ensino de ciências (Pau Ferro, Cunha & Rotta, 2023). Contudo, ressaltamos a singularidade de nosso estudo ao articular a filosofia da química com o ensino de química, fundamentando na semiótica de Charles Peirce e empregando *Dr. Stone* para problematizar questões éticas, sociais e filosóficas.



A metáfora, além de ser um recurso que possibilita a emergência de ideias, permite identificar e construir relações entre semelhanças (iconicidades) anteriormente não percebidas. Quando mediada pela atividade docente, essa abordagem pode gerar discussões em sala de aula sobre decisões éticas na ciência, promovendo uma visão mais abrangente da prática científica. Nosso estudo, ao dialogar com pesquisas sobre a "sensibilidade moral de licenciandos em química" (Silva & Queiroz, 2019), contribui ao oferecer uma ênfase na visualidade como recurso educacional. Essa perspectiva se mostra particularmente relevante para educadores, especialmente em um contexto caracterizado pela ampla disseminação e contestação da informação científica.

Futuramente, revisitaremos o método utilizado para construir novos espaços metafóricos e expandi-los em diálogo com gêneros narrativos específicos de animês e mangás. Além disso, integraremos em nosso método os resultados de pesquisas sobre tradução intersemiótica como artefato cognitivo e criativo (Atã & Queiroz, 2022), buscando ampliar a validade de nossa abordagem e abrir caminhos para investigações que articulem filosofia da química e visualidades no ensino de química.

## Referências

- Adúriz-Bravo, A. (2021). Improving chemistry teacher education with the philosophy of chemistry. *Foundations of Chemistry*, 23, 459–463.
- Akpan, T. M. (2024). Transhumanist technologies as enhancers of human nature and its dignity. *AI and Ethics*, 4.
- Alkimim, M. A. (2024). Singularidade tecnológica transumanista e seus impactos nas relações de trabalho: inclusão x desigualdades. *Revista Do Tribunal Superior Do Trabalho*, 90(1), 116–146.
- Anderson, D. (1984). Peirce on Metaphor. *Transactions of the Charles S. Peirce Society*, 20(4), 453-468.
- Arakawa, H. (2001–2010). *Fullmetal Alchemist* (Vols. 1–27). Square Enix.
- Araujo, R. S., Malheiro, J. M. S., & Teixeira, O. P. B. (2015). Uma análise das analogias e metáforas utilizadas por um professor de química durante uma aula de isomeria óptica. *Química Nova na Escola*, 37(1), 19-26.
- Atã, P., & Queiroz, J. (2021). Nicho de artefatos semióticos e externalismo cognitivo. *DeSignis*, 35, 211-227.
- Atã, P., & Queiroz, J. (2022). Tradução intersemiótica, artefato cognitivo e criatividade: da perspectiva visual ao balé clássico. *Repertório, Salvador*, 25(38), 87-105.
- Bernardo, G. (2004). Conhecimento e metáfora. *Alea*, 6(1), 27-42.

- Berne, R., & Schummer, J. (2005). Teaching societal and ethical implications of nanotechnology to engineering students through science fiction. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 25(6), 459-468.
- Bhushan, N., & Rosenfeld, S. (1995). Metaphorical models in chemistry. *Journal of Chemical Education*, 72(7), 578-582.
- Bolton, C. (2018). *Interpreting Anime*. University of Minnesota Press.
- Borges, P. M. (2017). As subdivisões do ícone e os sistemas de classes de signos de C. S. Peirce: uma investigação a respeito do modo de representação das qualidades. *Tríade: Comunicação, Cultura e Mídia*, 5(10).
- Caterina, G., & Gangle, R. (2016). *Iconicity and Abduction*. Springer.
- Chamizo, J.A., Ortiz-Millán, G. (2024). Ethics of the future of chemical sciences. *Foundations of Chemistry*. <https://doi.org/10.1007/s10698-024-09500-6>
- Chudý, T., Müller, R. (2024). Intermediality, Semiotics, and Media Theory. In Bruhn, J., Azcárate, A.LV., de Paiva Vieira, M. (eds) *The Palgrave Handbook of Intermediality*. Palgrave Macmillan.
- Costa, N. M. S. (2021). *Construção ativa do conhecimento químico através de animes e séries* [Monografia de licenciatura, Universidade Federal Fluminense]. Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense.
- Dangelo, L., Araujo Neto, W., & Rezende, C. M. (2020). Um estudo semiótico sobre o conteúdo de formas exordiais de representação do espaço na química orgânica no final do século XIX. *Revista Virtual de Química*, 12(5).
- Drexler, K. E. (1986). *Engines of creation: The coming era of nanotechnology*. Anchor Press/Doubleday.
- Duarte, M. C. (2005). Analogias na educação em ciências, contributos e desafios. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10(1), 7-29.
- Elleström, L. (2010). *Media Borders, Multimodality and Intermediality*. Springer.
- Farias, P., & Queiroz, J. (2006). Images, diagrams, and metaphors: Hypoicons in the context of Peirce's sixty-six-fold classification of signs. *Semiotica*, 162(1/4), 287-307.
- Fiori, R., & Goi, M. E. J. (2022). Study of Chemistry through the digital culture of the anime Dr. Stone: a pedagogical proposal. *Research, Society and Development*, 11(7).
- Flis, D. (2018). Straddling the line: How female authors are pushing the boundaries of gender representation in Japanese Shonen manga. *New Voices in Japanese Studies*, 10, 90-110.
- Flynn, M. (1991). *The nanotech chronicles*. Baen Books.
- Gois, J., & Giordan, M. (2007). Semiótica na Química: a teoria dos signos de Peirce para compreender a representação. *Química Nova na Escola, Cadernos Temáticos*, 7, 34-42.
- Gonçalves, J., Navio, C., & Moura, P. (2021). The occidental otaku: Portuguese audience motivations for viewing anime. *Convergence*, 27(1), 247-265.

- Gorlée, D. (2009). A sketch of Peirce's Firstness and its significance to art. *Sign Systems Studies*, 37 (1/2), 205-268.
- Gottesman, Z. (2016). Tetsuo and Marinetti: Akira as a cyberpunk critique of futurist modernity. *Journal of Japanese and Korean Cinema*, 8(2), 104-126.
- Guimarães, R. A. P., Oliveira, K. K. da S., & Ribeiro, M. T. D. (2020). Concepções sobre Analogias no Discurso de Professores de Química. *Educação Química em Ponto de Vista*, 4(1).
- Houser, N. (1991). A Peircean classification of models. **In** *On semiotic modeling*, M. Anderson and F. Merrell (eds.), 431-439. Mouton de Gruyter.
- Humanity+. (1998). *The Transhumanist Declaration*. Humanity+. <https://humanityplus.org/philosophy/transhumanist-declaration/>
- Iino, S. (Diretor). (2019). *Dr. Stone* [Anime, Temporada 1, *Stone World*]. TMS Entertainment.
- Jonas, H. (2006). *O Princípio responsabilidade: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica*. Contraponto/ Ed. PUC-Rio.
- Jost, J., & Restrepo, G. (2022). *The evolution of chemical knowledge: A formal setting for its analysis*. Springer.
- Jungk, I. V. G. (2020). Metaphoric semiosis: a Peircean perspective. *Revista de Estudos da Linguagem*, 28(2), 957-980.
- Kusakawa, H. (Diretor). (1993). *Battle Angel Alita* [Anime]. A.D. Vision.
- Lacey, H. (1999). *Is science value free? Values and scientific understanding*. Routledge.
- Lacey, H. (2005). *Values and objectivity: the current controversy about transgenic crops*. Lexington Books.
- Lacey, H. (2006). O princípio da precaução e a autonomia da ciência. *Scientiae Studia*, 4(3), 373-392.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (1980). *Metaphors we live by*. University of Chicago Press.
- Lee, Y. (2023). Intermedial narrative as communication media: imagination, narrative, and selfhood from Peirce's semiotic perspective. **In** A. Olteanu & P. Cobley (Eds.), *Semiotic perspectives on cultural dynamics* (Vol. 2, pp. 205-226). De Gruyter Mouton.
- Lizska, J. (1996). *A General Introduction to the Semeiotic of Charles Sanders Peirce*. Indiana: Indiana University Press.
- Llored, J.P., & Sarrade, S. (2016). Connecting the philosophy of chemistry, green chemistry, and moral philosophy. *Foundations of Chemistry*, 18, 125-152.
- Lopes, A. R. C. (1997). Conhecimento escolar em química: processo de mediação didática da ciência. *Química Nova*, 20(5), 563-568.
- Marciano Neto, J. (2024). Iitokodori e o ethos do anime cyberpunk. *Rascunhos Culturais*, 14(28), 36-49.

- McFarlane, A., Schmeink, L., & Murphy, G. (Eds.). (2019). *The Routledge Companion to Cyberpunk Culture*. Routledge.
- More, M. (1990). *Transhumanism: Towards a Futurist Philosophy*. Extropy Institute.
- More, M. (1996). *The principles of extropy: Version 3.11*. Extropy Institute.
- Newman, S., & Park Rogers, M. (2024). A Teaching Practicum Model for Constructing Cogenerative Dialogue Amongst Preservice Teachers to Improve Science Teaching. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 16(4), 431–457.
- Nöth, W. (1995). *Handbook of Semiotics*. Indiana University Press.
- Nöth, W. (2024). Peirce's iconicity and his image-diagram-metaphor triad revisited: complements to Stjernfelt's Sheets, Diagrams, and Realism. *Semiotica*, 2024(258), 143-167
- Okuyama, Y. (2015). *Japanese mythology in film: a semiotic approach to reading Japanese Film and Anime*. New York: Lexington Books.
- Olteanu, A. (2019). *Multiculturalism as multimodal communication: a semiotic perspective*. New York: Springer.
- Otomo, K. (1982–1990). *Akira* (Vols. 1–6). Kodansha.
- Pau Ferro, P.H.S., Cunha, S.L., & Rotta, J. C. G. (2023). A utilização pedagógica do mangá *Dr. Stone* na perspectiva de professores de ciências naturais. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, 7(1).
- Peirce, C. S. (1867). On a new list of categories. *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*, 7, 287-298.
- Peirce, C. S. (1931-1958). *Collected papers of Charles Sanders Peirce* (Vols. 1-8). Harvard University Press.
- Qiu, Y., & Luo, M. (2024). From Mobile Suit Gundam to Ghost in the Shell and Westworld: An analysis of technological ethics and philosophical theories in science fiction. In *Proceedings of the 2024 3rd International Conference on Science Education and Art Appreciation (SEAA 2024)*. [https://doi.org/10.2991/978-2-38476-291-0\\_2](https://doi.org/10.2991/978-2-38476-291-0_2)
- Queiroz, J. (2007). Classificações de signos de C. S. Peirce: de 'on the logic of science' ao 'Syllabus of certain topics of logic'. *Trans/Form/Ação, São Paulo*, 30(2), 179-195.
- Queiroz, J., & Atã, P. (2014). Iconicity in Peircean situated cognitive semiotics. In T. Thellefsen & B. Sorensen (Eds.), *Charles Sanders Peirce in His Own Words: 100 Years of Semiotics, Communication and Cognition* (pp. 283-290). Berlin, Boston: De Gruyter Mouton.
- Queiroz, J. Atã, P. (2018). Externalismo, iconicidade e cognição distribuída em C. S. Peirce. *Ouvirover, Uberlândia*, 14(1), 44-54.
- Ransdell, J. (1979). "The epistemic function of iconicity in perception." *Peirce Studies, Institute for Studies in Pragmaticism*, 1, 51–66.
- Ramazzina-Ghirardi, A. L. (2022). Intermedialidade e representações imagéticas em 'Os Miseráveis' de Takahiro Arai. *Revista 2i*, 4(5), 15-28.
- Ricoeur, P. (1983). *A metáfora viva*: Edições Loyola.

- Rosenbaum, R. (2021). *The representation of Japanese Politics in Manga*. Routledge.
- Rozentalski, E., & Porto, P. (2021). A ética química e seu ensino a estudantes de química. *Química Nova*, 44(9), 1210-1218.
- Ruthenberg, K. (2024). *Metachemistry*. Walter de Gruyter GmbH & Co KG.
- Ruthrof, H. (2022). Hypoiconicity as intentionality. *Philosophies*, 7(6).
- Santaella, L. (1996). From pure icon to metaphor: six degrees of iconicity. In V. Colapietro & T. Olschewsky (Eds.), *Peirce's Doctrine of Signs: Theory, Applications, and Connections* (pp. 205-214). Berlin, Boston: De Gruyter Mouton.
- Santos, A. B. dos. (2022). *Os animes Dr. Stone e AniQuimera na aprendizagem significativa de transformações em química no ensino médio* (Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte). Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Schummer, J. (2001). Ethics of chemical synthesis. *Hyle, International Journal for Philosophy of Chemistry*, 7(2), 103-124.
- Schummer, J. (2006). Societal and ethical implications of nanotechnology: Meanings, interest groups, and social dynamics. In D. Baird & J. Schummer (Eds.), *Nanotechnology: Challenges and implications for philosophy, ethics, and society* (pp. 413-449). Singapore: World Scientific Publishing.
- Schummer, J. (2018). Why chemists need philosophy, history, and ethics. *Substantia*, 2(1), 5-6.
- Schummer, J., & Baird, D. (2006). *Nanotechnology Challenges: implications for philosophy, ethics and society*. World Scientific Publishing.
- Schummer, J., Bensaud-Vincent, B., & Van Tiggelen, B. (2007). *The public image of chemistry*. World Scientific Publishing.
- Schummer, J., & Borsen, T. (2021). *Ethics of Chemistry: from poison gas to climate engineering*. World Scientific Publishing.
- Schummer, J. & Spector, T. I. (2007). "The Visual Image of Chemistry: Perspectives from the History of Art and Science" *Hyle*, 13, 3-41.
- Septaria, K., & Fatharani, A. (2022). Manga versus webtoon: Alternative science learning module based on Dr Stone. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 8(1), 11-22.
- Shirow, M. (1989). *Ghost in the Shell* (Vol. 1). Kodansha.
- Silva, G. B. & Queiroz, S. L. (2019). Sensibilidade Moral de Licenciandos em Química diante de Conflito Ético na Prática Científica. *Química Nova na Escola*, 41(1), 69-81.
- Silva, J. D. & Araujo Neto, W. N. (2022). Dr. Stone e ensino de química: Uma análise semiótica entre o animê e o mangá. In M. B. P. dos Santos, F. M. C. de Farias, & J. G. de Aguiar (Orgs.), *Práticas educativas em ensino de Ciências* (pp. 244-263). Argos/UFF.
- Silva, L. O.; Ferraz, V. G.; Bedin, E. (2023). Mangá Dr. Stone como estratégia de atividade lúdica para o ensino de química. *Revista Debates em Ensino de Química*, 9(1), 40-55.

- Sonesson, G. (2009). The view from Husserl's *lectern*: Considerations on the role of phenomenology in cognitive semiotics. *Cybernetics and Human Knowing*, 16(3-4), 107-148.
- Sonesson, G. (2017). Mastering phenomenological semiotics with Husserl and Peirce. In K. Bankov & P. Cobley (Eds.), *Semiotics and its masters*, Volume 1 (pp. 83-102). De Gruyter Mouton.
- Sonesson, G. (2019). Two models of metaphoricity and three dilemmas of metaphor research. *Cognitive Semiotics*, 12(1).
- Sousa, L. A., Oliveira, P. F., & Sales, G. P. (2021). Análise do anime Dr. Stone como recurso didático no ensino de química. *Anais do VII Congresso Nacional de Educação, CONEDU*.
- Souza, K. A. de F. D. de. (2012). *Estratégias de comunicação em química como índices epistemológicos: análise semiótica das ilustrações presentes em livros didáticos ao longo do século XX* (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo.
- Steel, D. (2015). *Philosophy and the precautionary principle: science, evidence, and environmental policy*. Cambridge University Press.
- Stjernfelt, F. (2022). *Sheets, Diagrams, and Realism in Peirce*. De Gruyter.
- Sugimoto, Y. (2009). *The Cambridge companion to modern Japanese Culture*. Cambridge University Press.
- Thomas, A. (2024) *The politics and ethics of transhumanism*. Bristol University Press.
- UNESCO. (2005). *The Precautionary Principle*. Paris. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000125343> eng.
- Valadão, D. L., Araujo Neto, W. N. de, & Lopes, J. G. da S. . (2021). Uma análise semiótica Peirceana no contexto de um episódio de aula de química orgânica no Ensino Superior. *Revista Debates Em Ensino De Química*, 6(2), 390–409.
- Vilches, A., & Gil-Pérez, D. (2013). Creating a sustainable future: Some philosophical and educational considerations for chemistry teaching. *Science & Education*, 22(7), 1857–1872.
- Vita-More, N. (2003). *Primo Posthuman: The future of the human body design*. Disponível em: <https://www.natashavita-more.com/primo>.
- Vita-More, N. (2013). *The Transhumanist Reader: Classical and Contemporary Essays on the Science, Technology, and Philosophy of the Human Future*. Wiley-Blackwell.
- Wartha, E. J. (2013). *Processos de ensino e aprendizagem de conceitos de química orgânica sob um olhar da semiótica peirceana* (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo.
- Zaterka, L., & Mocellin, R. C. (2021). Chemistry, society, and uncertainty. *Principia*, 25(2), 241-265.

**Submetido em:** 05/08/2024

**Aceito em:** 10/12/2024

**Publicado em:** 27/12/2024

Periódico organizado pela Sociedade Brasileira de Ensino de Química – SBEnQ



Este texto é licenciado pela Creative Commons Attribution 4.0 International License.