



## **PERSPECTIVA SEMIÓTICA DOS GRÁFICOS COMO PROMOTORES DE ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS**

*Semiotic Perspective of Graphs as Promoters of Argumentation in Science Teaching*

**Ray Brasil Bueno de Souza** [ray.souza@protonmail.ch]

*Programa de Pós-graduação em Biologia Comparada  
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto  
Universidade de São Paulo*

*Avenida Bandeirantes, 3900, Monte Alegre, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil*

**Fernanda da Rocha Brando** [ferbrando@ffclrp.usp.br]

*Departamento de Biologia  
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto  
Universidade de São Paulo*

*Avenida Bandeirantes, 3900, Monte Alegre, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil*

### **Resumo**

Os gráficos são uma das maneiras mais comuns de se representar fenômenos naturais ou sociais e sua ampla utilização no meio científico faz com que seja uma das formas de representação com grande importância na alfabetização científica. A partir da consulta de fontes primárias e secundárias sobre o referencial teórico da semiótica, ou teoria geral dos signos formulada pelo lógico, cientista e filósofo estadunidense Charles Sanders Peirce (1839-1914), este artigo tem como objetivo descrever os gráficos como signos semióticos, destacando suas características que induzem a um raciocínio argumentativo, bem como realizar uma síntese epistemológica sobre a estruturação de argumentos de modo com que seja possível a incorporação de gráficos e outros elementos não verbais como integrantes da estrutura argumentativa. A partir de uma análise aplicada da semiótica de Peirce, os gráficos foram descritos como signos simbólicos dependentes de conhecimento prévio do sistema de regras necessárias para se ler um gráfico que representa o respectivo fenômeno; porém, quando interpretados semioticamente, são capazes de disponibilizar premissas (informações acerca do fenômeno) que podem ser utilizadas na estruturação de argumentos, induzindo um raciocínio inferencial que utiliza dessa informações para elaboração de um sistema cíclico de interação entre inferências abductiva, dedutiva e indutiva, permitindo, dessa forma, incorporar um elemento não verbal em uma análise de estrutura argumentativa.

**Palavras-Chave:** Alfabetização Científica; Charles Sanders Peirce; Epistemologia.

### **Abstract**

Graphs are one of the most common ways of representing natural or social phenomena and their wide use in the scientific environment makes them one of the forms of representation with great importance in scientific literacy. Consulting primary and secondary sources of the theoretical framework of semiotics, or the general theory of signs formulated by the American logician, scientist and philosopher Charles Sanders Peirce (1839-1914), this article aims to describe graphics as semiotic signs, highlighting its characteristics that lead to argumentative reasoning, as well as performing an epistemological synthesis on the structuring of arguments so that it is possible to incorporate graphics and other non-verbal elements as part of the argumentative structure. From an applied analysis of Peirce's semiotics, graphs were described as symbolic signs dependent on prior knowledge of the system of rules necessary to read a graph that represents the respective phenomenon; however, when interpreted semiotically, they are able to provide premises (information about the phenomenon) that can be used in structuring arguments, inducing an inferential reasoning that uses this information to elaborate a cyclical system of interaction between abductive, deductive and inductive inferences, thus allowing the incorporation of a non-verbal element in an analysis of the argumentative structure.

**Keywords:** Charles Sanders Peirce; Epistemology; Scientific Literacy.

## **ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS**

A alfabetização científica é entendida como a capacidade de usar o conhecimento científico a fim de formular conclusões baseadas em evidências, com o objetivo de compreender e tomar decisões acerca do mundo natural (OECD, 2000). Sob essa perspectiva, Sasseron e Carvalho (2008) apontam que o ensino de Ciências deveria se estruturar frente a três eixos – a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; a compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; e o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente – tendo como um de seus objetivos proporcionar uma aproximação da cultura científica.

A partir dessa ideia, Sasseron (2015) discute como a cultura escolar – conjunto de normas que define os conhecimentos e condutas a serem trabalhados na escola e de práticas que levarão a isso – e a cultura científica – conjunto de atividades envolvidas no processo de investigação e divulgação de conhecimentos acerca do mundo – podem ser hibridizadas, formando uma cultura científica-escolar, por meio da concatenação de práticas como ensino por investigação e o estímulo à argumentação. Nesse cenário o ensino por investigação estimularia o papel ativo do aluno na construção de seu conhecimento por meio de atividades investigativas que remetem a uma prática científica, de forma que permitiria com que o estudante trabalhasse habilidades essenciais ao fazer científico, como resolver problemas, relacionar variáveis e utilizar o raciocínio lógico inferencial. A argumentação, por sua vez, poderia ser empregada na avaliação da construção do conhecimento, estando vinculada aos procedimentos de análise de situações, de dados, de anomalias e de conflitos, de forma que “[...] a avaliação de problemas, os processos engendrados para sua resolução e a comunicação de ideias resultam em um trabalho argumentativo de envolvimento com a linguagem científica” (Sasseron, 2015, p. 60).

Assim, a investigação e a argumentação além de estarem presentes na cultura científica possuem também aspectos de cultura escolar, visto que podem ser utilizados nas práticas educativas. A abordagem da cultura científica-escolar apresenta-se como alternativa para as atividades que procuram desenvolver a alfabetização científica, permitindo a incorporação de elementos do fazer científico no fazer didático das aulas de Ciências (Sasseron, 2015). Indo de acordo com essa visão, Carvalho (2007) aponta três habilidades necessárias que os professores devem possuir a fim de implementar a alfabetização científica, sendo elas: provocar a argumentação em sala de aula, transformar a linguagem cotidiana em linguagem científica e introduzir os alunos nas linguagens da matemática por meio de tabelas, gráficos e equações. Essas habilidades junto das práticas de ensino por investigação poderiam servir como um ponto de início para implementação da alfabetização científica no ensino de Ciência buscando a promoção de uma cultura científica-escolar.

Essas habilidades levantadas por Carvalho (2007) não aparecem separadamente na sala de aula, uma vez que um aluno, enquanto constrói seus argumentos, poderá utilizar uma linguagem científica, assim como incorporar informações contidas em tabelas, gráficos e equações para sustentá-lo. Contudo, Driver, Newton e Osborne (2000) apontam que a forma como os argumentos são normalmente analisados por pesquisadores de Ensino de Ciências não incorpora essas linguagens não verbais, e reiteram o papel comunicativo fundamental que gráficos e figuras assumem na comunicação em textos. Dentre as linguagens não verbais mais comuns, os gráficos são um recurso importante para comunicação de dados e informações, incorporados não apenas no contexto científico e escolar, como também nos mais diversos meios de comunicação, sendo usados tanto para sintetizar, como para representar os mais diversos tipos de eventos e relações, permitindo acessar fenômenos que não são acessíveis pela percepção, apenas pela representação (Flores & Moretti, 2003). Dessa forma, trabalhar com competências que permitam uma interpretação concisa das relações apresentadas pelos gráficos e como isso se traduz nos eventos naturais ou sociais que representa é essencial para a consolidação de uma cultura científica-escolar, pois, além de vincular uma habilidade comum ao fazer científico como uma prática didática, também disponibiliza ferramentas que auxiliam no pensamento e na avaliação crítica das informações que chegam ao aluno.

Considerando o exposto, verifica-se o papel central que a argumentação assume na alfabetização científica. Esse tema já recebeu bastante atenção dos pesquisadores da área de Ensino de Ciências, principalmente nos estudos acerca de sua estruturação, sendo que os padrões de argumentação de Stephen Edelston Toulmin (1922-2009) e de Anton Eric Lawson estão entre os mais utilizados em pesquisas que visam estruturar o raciocínio argumentativo de alunos em sala de aula (Bozzo, 2011; Sasseron & Carvalho, 2011b; Pizarini & Maciel, 2018).

De um ponto de vista semiótico, os gráficos são signos que representam seu objeto e geram interpretantes na mente daquele que o interpreta. Nas salas de aulas os gráficos podem ser usados para representar os mais diversos tipos de fenômenos, sejam esses naturais ou sociais, de forma que esses

fenômenos incorporam o papel de objeto no qual o gráfico fará referência, sendo que as características usadas para sua representação gráfica corresponderão ao seu fundamento. Entende-se que estudar as características semióticas dos gráficos como signos de representação de fenômenos se faz importante no contexto de ensino porque possibilita uma análise ampla dos interpretantes gerados a partir da interpretação deste signo, que podem culminar, quando empregados da maneira adequada, em uma resposta que induz um raciocínio lógico inferencial, colaborando para a consolidação de uma cultura científica-escolar.

Alicerçado na teoria semiótica do lógico, filósofo e cientista estadunidense Charles Sanders Peirce (1839-1914), o presente artigo tem como objetivos descrever os gráficos como signos, destacando suas características que induzem a um raciocínio argumentativo, e realizar uma síntese epistemológica da estruturação de argumentos, de forma com que seja capaz de incorporar elementos não verbais em uma análise de estrutura argumentativa, aplicada a um contexto escolar. Para isso, realizamos uma análise semiótica formal dos gráficos, a fim de descrever suas características simbólicas, apresentamos a estrutura de argumentos a partir da perspectiva de Peirce e realizamos uma revisão dos principais referenciais acerca da estruturação dos argumentos, além de expandimos a proposta investigativa de construção da argumentação de Peirce apontando suas similaridades e diferenças com os padrões de Toulmin e de Lawson, a fim de elaborar uma síntese epistemológica que relaciona as etapas da elaboração dos argumentos com os processos inferenciais de raciocínio empregado pelos alunos na sua construção argumentativa. Por fim, os gráficos retornam como agentes promotores de argumentação, participando da síntese epistemológica por contribuir com elementos essenciais da mesma, consolidando, assim, uma relação entre signos semióticos, inclusive os não verbais, e o processo de construção argumentativa, sendo que gráficos retirados do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) foram usados com o objetivo de ilustrar os princípios aqui apresentados. Para tanto, iniciamos apresentando o referencial teórico de Peirce, partindo de sua percepção acerca da organização das ciências, seguindo para a fundamentação fenomenológica que guia seu conceito triádico de signo e para sua classificação dos diferentes tipos de signos, para então mostrar uma organização sobre sua visão de como os argumentos se estruturam.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

### **Arquitetura das Ciências**

Charles Sanders Peirce construiu uma arquitetura das ciências partindo das mais abstratas, que servem de base para as mais empíricas e fornecem informações para as primeiras (Romanini, 2006). De acordo com seus objetivos, elas poderiam ser subdivididas em ciências da descoberta, ciências da revisão e ciências práticas (CP 1.239)<sup>1</sup>, sendo que as ciências da descoberta focariam na descoberta do conhecimento, as ciências da revisão buscariam a organização das ciências, enquanto as ciências práticas buscariam a aplicação do conhecimento, o que pode ser chamado de ciências aplicadas (Liszka, 1996; Santaella, 1983).

As ciências da descoberta foram o foco dos trabalhos de Peirce, que subdividiu com base nos diferentes tipos de observações feitas por cada uma delas (CP 1.239). A Matemática, como primeira, realiza investigações a partir de um ponto mais hipotético do que factual, fazendo construções imaginárias a partir de preceitos abstratos na procura por relações até então não estabelecidas (CP 1.240; Liszka, 1996). A Filosofia, como segunda, mais derivada que a Matemática, abstrai acerca daquilo que se apresenta às faculdades humanas (CP 1.241; Liszka, 1996). Como terceira, as ciências empíricas, cujo foco está naquilo que é factualmente possível, usa de observações especiais mediante o auxílio instrumental ou treinamento específico (CP 1.242; Liszka, 1996), sendo a classe em que se enquadram a maioria das ciências básicas, como a Biologia, a Química, a História, a Psicologia.

Peirce subdividiu a Filosofia em mais três ramos: a Faneroscopia, as Ciências Normativas e a Metafísica. A Faneroscopia apoia-se na Matemática e atua observando, analisando e categorizando os fenômenos (ou fanerons) nas categorias mais abrangentes e universais possíveis, sendo os fenômenos qualquer coisa que seja capaz de se apresentar à mente (CP 5.37; Santaella, 1983; Liszka, 1996). As Ciências Normativas têm sua fundamentação na Faneroscopia e se dividem em Estética, Ética e Lógica (ou Semiótica), determinando as características formais que permitem que os fenômenos possam ser

<sup>1</sup> Os *Collected Papers of Charles Sanders Peirce* são um conjunto de oito volumes de livros que concatenam os principais manuscritos, publicados ou não, produzidos ao longo de toda vida de Peirce. Editados e organizados por Charles Hartshorne, Paul Weiss e Arthur W. Burks, essas obras de Peirce são convencionalmente citadas da seguinte maneira: (CP V.A), no qual CP significa *Collected Papers*, 'V' representa o volume do livro e 'A' o número do aforismo do qual a citação se refere.

compreendidos como belos, certos e verdadeiros, respectivamente (Santaella, 1983; Liszka, 1996). Assim, a Estética se preocupa com aquilo que é admirável por si só, enquanto a Ética parte da Estética e investiga a conduta, restando à Semiótica, que parte da Ética e da Estética, avaliar o que é verdade, ou seja, não apenas caracterizar os signos como também se atentar ao seu uso na transmissão de informações (Santaella, 1983; Liszka, 1996). A Metafísica, por fim, atua nas condições para que algo que seja logicamente possível possa ser considerado como real (Santaella, 1983).

### **As Categorias Fundamentais e o Signo Triádico**

Dado o panorama geral da arquitetura científica de Peirce, evidencia-se a dependência da Semiótica (ou Lógica) das demais ciências mais abstratas, particularmente da Faneroscopia, pela qual Peirce fundamenta toda base da sua teoria semiótica. Visto que a Faneroscopia tem por objetivo criar as categorias mais gerais possíveis, Peirce desenvolveu seus estudos por muitos anos a fim de encontrar as categorias mais universais capazes de descrever tudo aquilo que aparece ou seja capaz de aparecer à mente. Segundo Santaella (1983):

*“Foi só através da observação direta dos fenômenos, nos modos como eles se apresentam à mente, que as categorias universais, como elementos formais do pensamento, puderam ser divididas. Pela acurada e microscópica observação de tudo o que aparece, Peirce extrai os caracteres elementares e gerais da experiência que tornam a experiência possível. Desse modo, sua pequena lista de categorias consiste de concepções simples e universais. Elementares porque são constituintes de toda e qualquer experiência, universais porque são necessárias a todo e qualquer entendimento que possamos ter das coisas, reais ou fictícias.” (Santaella, 1983, p. 34).*

Assim se estabelece a base do pensamento triádico de Peirce, fundamentado nas três categorias universais do pensamento, sendo elas: a primeiridade, a secundidade e a terceiridade.

A primeiridade diz respeito às qualidades puras sem fazer referência a qualquer outra coisa. É espontânea, original, indefinida e livre (Romanini, 2006), como uma cor, um som, um sentimento, sem que esses pertençam a um objeto físico ou imaginário. Diferente de uma qualidade embutida em algo, a primeiridade é a pura possibilidade da qualidade. Caracteriza-se, assim, por sua existência livre, sem que se relacione com um segundo (Trevisan & Carneiro, 2009).

A secundidade é pura individualidade, experiências irracionais que envolvem uma relação diádica de algo capaz de incorporar suas qualidades. É uma ocorrência singular, algo que força a sua existência, como um barulho de uma porta batendo, um raio de luz que entra no quarto. A secundidade se caracteriza pelo conflito, pela ação e reação, pela resistência, qualquer conexão entre dois que não envolve um terceiro (Romanini, 2006; Trevisan & Carneiro, 2009).

A terceiridade, por sua vez, é mediação, a relação de um primeiro com um segundo por intermédio de um terceiro (Trevisan & Carneiro, 2009). De acordo com Peirce:

*“[...] o mercador das Mil e Uma Noites jogou fora um caroço de tâmara que feriu os olhos de um demônio. Este ato foi puramente mecânico, e não houve uma triplicidade genuína. O ato de jogar e o de ferir foram independentes um do outro. Mas, se ele houvesse feito mira no olho do demônio, teria havido algo mais do que o simples jogar de caroço. Teria havido uma genuína triplicidade, com o caroço não sendo simplesmente jogado, mas sim jogado no olho. Aqui teria havido a intenção, a ação da mente. A triplicidade intelectual, ou Mediação, é minha terceira categoria.” (CP 2.86; Peirce, 2012, p. 27).*

A terceiridade, então, caracteriza-se pela generalidade, pela lei, pelo hábito gerado a partir da mediação (Romanini, 2006).

Dessa forma, a primeiridade concede as qualidades particulares e a originalidade para a experiência, ao passo que a secundidade oferece a factualidade, enquanto a terceiridade equivale à compreensão, que permite representar e interpretar o mundo: *“[...] o azul, simples e positivo azul, é um primeiro. O céu, como lugar e tempo, aqui e agora, onde se encarna o azul, é um segundo. A síntese intelectual, elaboração cognitiva – o azul no céu, ou o azul do céu –, é um terceiro.” (Santaella, 1983; p. 51).*

A partir dessas três categorias a Semiótica se fundamenta, o signo se revela como um intermediário entre o fenômeno que se expressa e a compreensão sobre ele (Santaella, 1983). Muitas definições de signo foram elaboradas ao longo da vida de Peirce, sendo que de forma geral podem ser sintetizadas da seguinte maneira: o signo (ou representamen) é algo que representa alguma coisa (seu objeto) para alguém, gerando na mente interpretadora um outro signo (interpretante) que faz referência ao objeto por intermédio do representamen. Segundo Peirce:

*“Um signo, ou representamen, é aquilo que, sob certo aspecto ou modo, representa algo para alguém. Dirige-se a alguém, isto é, cria, na mente dessa pessoa, um signo equivalente, ou mais desenvolvido. Ao signo assim criado denomino interpretante do primeiro signo. O signo representa alguma coisa, seu objeto. Representa esse objeto não em todos seus aspectos, mas com referência a um tipo de ideia que eu, por vezes, denominei fundamento do representamen [...]” (CP 2.228; Peirce, 2012, p. 46).*

O signo, dessa forma, representa uma ideia, algo que está em uma mente e pode ser transmitido para um outro (Liszka, 1996; Romanini, 2006). Porém, como mencionado na citação feita por Peirce, o signo não incorpora todos os aspectos de seu objeto, ele utiliza de seu fundamento, que são características do objeto ‘escolhidas’ pelo signo para uma representação parcial deste objeto. Outra forma de se colocar essa relação está na divisão que Peirce faz entre objeto imediato e dinâmico, sendo o objeto imediato aquele como representado no signo ao passo que o objeto dinâmico é aquele que não é expresso no signo, mas que impõe limitações em como o objeto pode ser representado (CP 8.314; Liszka, 1996; Bergman 2010).

*“Devemos distinguir entre o Objeto Imediato, - isto é, o Objeto como representado no signo, - e o Real (não, porque talvez o Objeto seja totalmente fictício, devo escolher um termo diferente, portanto), digamos o Objeto Dinâmico, que, da natureza das coisas, o Signo não pode expressar, o que pode apenas indicar e deixar o intérprete descobrir por experiência colateral. Por exemplo, eu aponto o dedo para o que quero dizer, mas não posso fazer meu companheiro saber o que quero dizer, se ele não pode ver, ou se, ao vê-lo, ele não separa dos objetos circundantes no campo de visão. É inútil tentar discutir a autenticidade e a posse de uma personalidade sob a apresentação histriônica de Theodore Roosevelt com uma pessoa que veio recentemente de Marte e nunca ouviu falar de Theodore antes. [...]” (CP 8.314; tradução própria).*

Nessa perspectiva o objeto dinâmico pode ser entendido como o componente do objeto do qual é extraído o fundamento, que aqui se assemelha ao conceito de objeto imediato. O objeto dinâmico, porém, não representa o objeto em sua completude, pois é limitado pela experiência que a mente geradora do signo tem do próprio objeto em questão (Bergman, 2010). O objeto dinâmico, com isso, se distingue do objeto imediato por três características: é determinativo, ou seja, impõe limitações em como o objeto imediato pode ser representado, não é expresso no signo e precisa ser conhecido por experiência colateral (Liszka, 1996; Bergman, 2010). Para Peirce, experiência colateral denota todo conhecimento prévio que o receptor do signo tem do objeto, de forma que a interpretação de um signo ocorrerá quando o receptor estiver familiarizado com o sistema de normas que rege a interpretação simbólica do signo (como conhecimento do idioma, por exemplo) e tiver alguma experiência colateral dos objetos envolvidos (Bergman, 2010).

*“[...] Não quero dizer com “experiência colateral” o conhecimento do sistema de signos. O que é assim coletado não é COLATERAL. É, ao contrário, o pré-requisito para obter qualquer ideia significada pelo signo. Mas por experiência colateral, quero dizer conhecimento prévio do que o signo denota. Assim, se o signo for a frase “Hamlet estava louco”, para entender o que isso significa, é preciso saber que os homens às vezes estão nesse estado estranho; deve-se ter visto loucos ou lido sobre eles; e será ainda melhor se soubermos especificamente (e não precisarmos ser levados a presumir) qual era a noção de insanidade de Shakespeare. Tudo isso é experiência colateral e não faz parte do Interpretante. [...]” (CP 8.179; tradução própria).*

Entende-se, assim, que o signo representa um objeto por meio de um conjunto de características selecionadas do mesmo, sendo necessário que o interpretador do signo conheça o sistema de regras que

conduz a interpretação, bem como tenha algum conhecimento prévio do objeto que está sendo representado.

Para Peirce a Semiótica, ou a teoria geral dos signos, é compreendida como sinônimo de Lógica, uma vez que é por meio dos signos que toda forma de pensamento é realizada (CP 1.191). A partir dessa perspectiva, Peirce divide a sua lógica em três ramos: a gramática especulativa, que se preocupa com as condições necessárias para que algo possa ser considerado como um signo; a lógica crítica, que se preocupa com a capacidade dos signos de expressar e inferir informações, focando na sua relação com o objeto que representa; e a retórica universal, que se preocupa com as condições de referência dos signos aos seus interpretantes, a fim de determinar os métodos que permitem investigação, exposição e aplicação da verdade (CP 1.191; 2.93).

### **A Classificação dos Signos**

Criado como forma de compreender a natureza dos signos, o sistema de classificação de signos de Peirce é baseado na forma como eles interagem com cada componente de sua tríade, divididos de acordo com suas categorias ontológicas, chamado de os três correlatos, como mostra a Tabela 1.

**Tabela 1** – Os três correlatos de Peirce de acordo com cada categoria ontológica (traduzido por Santaella, 1983).

	1º correlato	2º correlato	3º correlato
Primeiridade	quali-signo	ícone	rema
Secundidade	sin-signo	índice	dicente
Terceiridade	legi-signo	símbolo	argumento

O primeiro correlato corresponde à relação do signo consigo mesmo, amparado no seu fundamento que formará a base para representação de seu objeto (Liszka, 1996), independente do objeto que representa ou do efeito que produzirá (Romanini, 2006). De acordo com as três categorias ontológicas podem ser divididos em: quali-signo, sin-signo e legi-signo.

O quali-signo é um signo de pura qualidade (CP 2.244; Romanini, 2006), cujo principal fator que faz com que atue como tal está nas qualidades que possui, independentemente de onde essa qualidade esteja incorporada (Liszka, 1996; Romanini, 2006), como uma cor, um cheiro, um som, um formato.

O sin-signo é um signo existente que age por meio de sua singularidade e individualidade no momento em que se manifesta (Liszka, 1996). Essa singularidade é uma incorporação de qualidades (lê-se quali-signos) em algo (CP 2.245), logo sua peculiaridade e existência momentânea é o principal fator que o caracteriza (Liszka, 1996; Romanini, 2006), como por exemplo, o alarme de um carro, o barulho de uma impressora, a luz piscando do roteador, uma placa.

O legi-signo é um signo capaz de representar devido a uma lei, acordo, regra, hábito ou convenção geral (Liszka, 1996; Romanini, 2006). Para poder ser experienciado precisa ser instanciado pontualmente (lê-se sin-signo), sendo cada momento de instanciação uma réplica (CP 2.246). A capacidade presente na palavra “folha” de significar algo por meio de uma convenção da língua portuguesa seria um legi-signo, enquanto cada momento em que a palavra “folha” fosse usada em um texto seria um momento de instanciação, uma réplica. Outros exemplos incluem: a coloração de aviso de muitas espécies, os sinais de trânsito, os algarismos.

Um signo pode possuir os três tipos de características. Por exemplo, uma sirene é um signo devido unicamente a sua cor vermelha ou barulho estridente que produz, sendo neste sentido um quali-signo; a sirene que está fazendo barulho e piscando sua luz, forçando sua existência independentemente de qualquer vontade externa trata-se de um tipo de sin-signo; o perigo socialmente atribuído ao som alto e coloração vermelha vinculado às sirenes revelam suas características de legi-signo. Dessa forma, apesar dos signos poderem possuir mais de uma característica, uma delas, normalmente, será predominante sobre as demais (Liszka, 1996).

O segundo correlato corresponde à relação entre o signo e seu objeto. Independente do efeito que produzirá, representa a forma como os signos se colocarão no lugar de seus objetos (Liszka, 1996;

Romanini, 2006). De acordo com as três categorias ontológicas podem ser divididos em: ícone, índice e símbolo.

Um ícone é um signo que faz referência ao seu objeto por meio de qualidades compartilhadas ou muito parecidas entre ambos (Liszka, 1996), agindo como um portador passivo da forma do objeto (Romanini, 2006). Quando compartilha com seu objeto as mesmas qualidades, como uma foto, uma escultura ou uma pintura, é chamado de imagem; enquanto um signo cuja similaridade com seu objeto advém da forma análoga das relações entre os elementos que os compõe, como mapas, gráficos e analogias, são chamados de diagramas. A metáfora, por sua vez, é a representação icônica de algo através da comparação com outra coisa similar (CP 2.277).

Índices são signos que referem a seus objetos por serem diretamente afetados por eles (CP 2.248). A sua singularidade, particularidade e contiguidade frente ao objeto que representa são suas principais características (Liszka, 1996), de forma a estarem sempre reagindo e apontando – cegamente – a seus objetos (Romanini, 2006). Tudo o que chama a atenção pode ser um índice, e esse pode se apresentar de diversas formas: tal qual uma continuidade direta do seu objeto, como uma seta apontando algo ou um pronome demonstrativo (e.g. “este”, “dessa”, “aquilo”); ou podem ser produtos do seu objeto, como uma porta que fechou devido ao vento ou a ascensão do líquido de um termômetro com aumento da temperatura; ao passo que também podem ser um substituto direto de algo, como uma legenda de um diagrama ou a variável de uma função algébrica (Liszka, 1996).

Símbolos, por sua vez, representam seus objetos por meio de acordos, convenções ou hábitos, sendo, dessa forma, um tipo de legi-signo que se instancia por meio de réplicas (CP 2.249), de forma a precisarem de elementos icônicos e indiciais em suas instanciações (CP 2.294 - 295). O único motivo que permite que essa representação atue é o fato de estar sendo usada e entendida como tal (CP 2.307). São exemplos as placas de trânsito, os idiomas ou qualquer manifestação cultural.

O terceiro correlato corresponde à relação entre o signo com seu interpretante, representando a capacidade do signo de direcionar a interpretação de seu objeto (Liszka, 1996; Romanini, 2006). De acordo com as três categorias ontológicas podem ser divididos em: rema, dicente e argumento.

Rema é um signo que tende a gerar interpretantes que focam em suas qualidades (Liszka, 1996). Apresentam-se como os predicados das proposições sem seus sujeitos (e.g. “... é verde”, “... deu um presente para...”), incorporando apenas a informação transmitida pelo objeto sem fazer referência ao mesmo (Liszka, 1996; Romanini, 2006). Por não fazer uma asserção, não pode ser falseado nem confirmado, sendo que sua interpretação é mais relacionada com sua conotação (*depth*), ou seja, todas as qualidades e características que o signo possui por definição ou convenção geral, enquanto a denotação (*breadth*), ou seja, tudo aquilo que o signo se refere, é mais uma possibilidade do que algo factual (Liszka, 1996). É um signo cuja conotação procura uma denotação.

Dicentes unem conotação com denotação, de forma que sua interpretação permitirá relacionar certas características com seu objeto, conectando o predicado com sujeito e formando uma proposição completa (Liszka, 1996). São o produto, ou instanciação, de uma indução e, portanto podem ser confirmados ou negados (Romanini, 2006).

Argumentos são signos de lei (CP 2.252) cuja interpretação desencadeiam um processo de caráter inferencial, incorporando proposições na forma de premissas e relacionando-as a fim de produzir uma inferência sintética que leva a uma conclusão (Romanini, 2006). Os argumentos podem se apresentar como abdução, indução ou dedução, de acordo com seu efeito no interpretante (Liszka, 1996).

Com base nos tipos de signos descritos, Peirce organizou as 10 classes gerais dos signos seguindo algumas regras. Primeiro, um signo sempre precisa manter sua relação triádica com seu objeto e interpretante, logo ele sempre possuirá um dos três tipos de cada tricotomia. Além disso, devido aos princípios fenomenológicos fundamentais da semiótica, o primeiro correlato apenas pode se combinar com o segundo correlato de nível inferior ou igual, com o mesmo valendo para a relação entre o segundo e terceiro correlato (Liszka, 1996). Essas regras reduzem as vinte e sete possibilidades provenientes de uma permutação entre os três correlatos com as três categorias para dez classes, que podem ser conferidas na Tabela 2.

**Tabela 2** – As dez classes de signo de acordo com Peirce (segundo a tradução de Santaella, 1983).

Classe	1º correlato	2º correlato	3º correlato
1	quali-signo	ícone	rema
2	sin-signo	ícone	rema
3	sin-signo	índice	rema
4	sin-signo	índice	dicente
5	legi-signo	ícone	rema
6	legi-signo	índice	rema
7	legi-signo	índice	dicente
8	legi-signo	símbolo	rema
9	legi-signo	símbolo	dicente
10	legi-signo	símbolo	argumento

Apesar dos três correlatos estarem sempre presentes em qualquer signo, um deles pode se destacar perante os demais (Liszka, 1996), sendo que Peirce aponta o segundo correlato, ícone, índice e símbolo, como os mais fundamentais dentre os três (CP 2.275). As dez classes podem ser caracterizadas da seguinte maneira:

Classe 1 quali-signo: Um signo que age como tal devido as qualidades que possui. Qualidades essas compartilhadas por seu objeto, gerando, assim, uma resposta baseada unicamente em qualidades (CP 2.254; Liszka, 1996). Não é possível experimentar esse tipo de signo, porém ele está presente em todos os outros (Romanini, 2006).

Classe 2 sin-signo icônico remático: É qualquer signo singular que representa seu objeto através de suas qualidades, gerando uma resposta baseada unicamente em qualidades (CP 2.255; Romanini, 2006). Um ícone que representa seu objeto devido sua singularidade e produz um interpretante que foca nessas qualidades em questão (Liszka, 1996), como um diagrama simples (CP 2.255).

Classe 3 sin-signo indicial remático: É um signo que chama a atenção do interpretante para alguma coisa (CP 2.256; Romanini, 2006). Um signo singular que representa seu objeto devido a sua espontaneidade momentânea, ocasionando uma interpretação puramente baseada em qualidades (Liszka, 1996), como o choro espontâneo de uma criança que gera algum tipo de sentimento em quem escuta.

Classe 4 sin-signo indicial dicente: Um signo singular que representa seu objeto devido sua espontaneidade momentânea, porém capaz de prover informações acerca do seu objeto para seu interpretante por estar sendo diretamente afetado por ele (Liszka, 1996; Romanini, 2006), como uma porta fechando sozinha por causa do vento.

Classe 5 legi-signo icônico remático: Signos que apresentam qualidades de uma maneira convencionalizada (Liszka, 1996), como diagramas que mostram as relações de seus componentes por meio do emprego de uma estrutura convencional e gera uma interpretação puramente baseada em qualidades.

Classe 6 legi-signo indicial remático: Qualquer tipo de signo que chama atenção pontualmente por ser afetado por seu objeto (CP 2.259). Um signo convencional que aponta para seu objeto, porém não mostra as qualidades do mesmo (Liszka, 1996), como os pronomes demonstrativos.

Classe 7 legi-signo indicial dicente: Signos que são afetados diretamente pelo seu objeto e transmitem informações acerca do mesmo pela correlação com um signo convencional (CP 2.260; Liszka, 1996), como o grito de um vendedor ambulante oferecendo um produto.

Classe 8 legi-signo simbólico remático: Signos convencionais que representam seus objetos por meio de hábitos ou convenções e agem transmitindo conotação do objeto que representa (Liszka, 1996). Seu produto é um termo, como o predicado de uma proposição (CP 2.261).

Classe 9 legi-signo simbólico dicente: Signos convencionais que representam seus objetos por meio de hábitos ou convenções e compartilha informações de seu objeto por trazer uma correlação entre predicado e sujeito, formando uma proposição completa (CP 2.262).

Classe 10 legi-signo simbólico argumentativo: Signos convencionais que representam seus objetos por meio de hábitos ou convenções e revelam as características inferenciais de seus objetos, agindo pela conexão de proposições iniciais (premissas) e finais (conclusão) (CP 2.263).

Por fim, vale ressaltar que as categorias da semiótica Peirceana não possuem um caráter estritamente delimitado, uma vez que a semióse é um processo contínuo de interdependência entre seus componentes. As categorias, pois, assumem muito mais posição didática de referência para estruturação do pensamento.

## **OS GRÁFICOS COMO SIGNOS**

Os gráficos são signos usados para representar a relação entre variáveis que constituem um fenômeno. Para tal, apresentam-se primeiramente como um signo que incorpora qualidades de seu objeto (a relação que deseja mostrar) para então representá-lo de forma convencional, por meio de uma expressão visual habitual a todos que o interpretam. Assim, pode-se afirmar que todo gráfico age como um legi-signo, visto que suas características que permitem representar seu objeto são produtos de um hábito, como o uso de um sistema cartesiano de representação gráfica. No que tange a referência a seu objeto, à primeira vista, todo gráfico sempre será icônico, dado que a relação que representa sempre virá das qualidades do fenômeno que incorpora. Suas características indiciais se apresentarão no momento em que o objeto sobre o qual faz referência, o fenômeno em questão, é definido, pois as qualidades representadas apontarão à um evento específico, no qual mudanças em suas características refletirão em mudanças diretas em sua representação. Por fim, o caráter simbólico dos gráficos emerge da mesma maneira que ocorre com os diagramas, no qual as relações icônicas representadas são auxiliadas por convenções que ajudam a identificar as características mais ou menos relevantes para sua interpretação (Hilpinem e Queiroz, 2012). Assim, um gráfico pode ser interpretado como um signo simbólico, que sempre se instanciará como um índice, fazendo referência a um fenômeno específico, e que possuirá características icônicas que remetem às relações entre as variáveis que constituem o fenômeno representado.

Dessa forma, dentre as dez classes de signos apontadas por Peirce, os gráficos melhor se enquadram nas categorias que consideram os signos do tipo legi-signo simbólico, ou seja, as classes oito, nove e dez. Apesar disso parecer restringir as características referentes aos dois primeiros correlatos, isso não ocorre, pois, devido ao caráter ontológico das categorias, a sua representação como legi-signo já incorpora, obrigatoriamente, características de sin-signo – sendo essa fundamental para sua instanciação – e de quali-signo (CP 2.245 - 246), assim como uma representação simbólica também possui caráter indicial e icônico (CP 2.294 - 295). Logo, em respeito à sua relação com seu interpretante, os gráficos podem ser: remáticos (classe oito), dicentes (classe nove) ou argumentativos (classe dez).

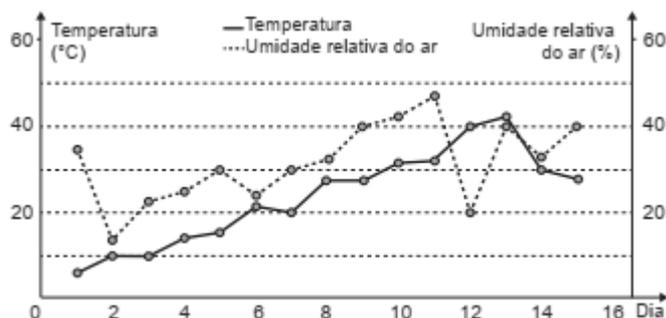
Uma interpretação remática do gráfico é aquela que gera na mente interpretadora valores qualitativos de denotação, ou seja, apresenta as qualidades sem fazer referência ao seu objeto, o predicado sem seu sujeito (CP 4.438). Nessa perspectiva, um gráfico não será capaz de gerar na mente interpretadora nenhum tipo de interpretação direta do fenômeno (CP 4.438), dado que a falta de referência ao objeto impedirá de conectar as características observadas no gráfico com o objeto por ele representado. Em sala de aula, isso pode se expressar em alunos que observam as relações de grandeza entre os eixos do gráfico, mas não conseguem fazer uma relação direta com o fenômeno representado. A Figura 1 traz como exemplo um gráfico usado na prova de Matemática e Suas Tecnologias do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) de 2019, junto da seguinte informação:

*“O serviço de meteorologia de uma cidade emite relatórios diários com a previsão do tempo. De posse dessas informações, a prefeitura emite três tipos de alertas para a população:*

*Alerta cinza: deverá ser emitido sempre que a previsão do tempo estimar que a temperatura será inferior a 10 °C, e a umidade relativa do ar for inferior a 40%;*

*Alerta laranja: deverá ser emitido sempre que a previsão do tempo estimar que a temperatura deve variar entre 35 °C e 40 °C, e a umidade relativa do ar deve ficar abaixo de 30%;*

*Alerta vermelho: deverá ser emitido sempre que a previsão do tempo estimar que a temperatura será superior a 40 °C, e a umidade relativa do ar for inferior a 25%.” (INEP – 2019).*



**Figura 1** – Gráfico usado no ENEM 2019 representando a temperatura (em °C, com escala a esquerda e linha contínua) e a umidade relativa do ar (em %, com escala a direita e linha tracejada) pela passagem do tempo contada em dias. (Extraído de INEP: ENEM – 2019)

No cenário apresentado, uma interpretação remática do gráfico permitiria que os alunos reconhecessem a tendência de aumento com o passar do tempo e a diferença na magnitude das duas variáveis representadas (temperatura e umidade), porém sem fazer a ligação da tendência representada com os fenômenos que representam ou com as demais informações do texto. Este tipo de interpretação pode ser resultado da falta de experiência colateral do objeto em questão, uma vez que o objeto imediato, o padrão de resposta dos fenômenos naturais (temperatura e umidade) com o passar dos dias, é percebido, mas a falta de experiência colateral impede de se estabelecer uma ligação com o objeto dinâmico, o fenômeno natural como ocorre na natureza.

Uma interpretação dicente do gráfico constrói na mente interpretadora uma relação direta das características representadas simbolicamente como produto do fenômeno em questão, conectando predicado com seu sujeito, gerando uma proposição completa (CP 2.309). O foco da interpretação estará no fato do fenômeno em questão possuir aquelas características representadas pelo gráfico, de forma que, em sala de aula, isso pode se expressar na capacidade dos alunos em ler e descrever o gráfico considerando como essas qualidades se expressam no evento representado, porém sem abstrair nenhum outro tipo de informação. Uma interpretação dicente do gráfico da Figura 1 permitiria que os alunos fizessem relação da tendência representada com o fenômeno que se deseja representar. Assim, os alunos seriam capazes de identificar o aumento da temperatura e da umidade com o passar do tempo, porém sem extrapolar para informações externas ou incorporar esta informação em um contexto mais amplo. Neste cenário, a experiência colateral se faz presente, permitindo a conexão do objeto imediato, tal como representado no signo, com o objeto dinâmico.

Uma interpretação argumentativa do gráfico, por sua vez, é aquela que desperta uma resposta de hábito a partir do signo apresentado (CP 2.252), ou seja, ao invés de conectar as qualidades com seu objeto, ocorre também uma relação entre diversas proposições guiadas por meio de um sistema de regras, de forma que o seu produto final será um argumento construído por um sistema inferencial que relaciona premissas a fim de chegar a uma conclusão (CP 2.263). Dessa forma, mais do que um processo descritivo do fenômeno de acordo com o representado no gráfico, o aluno poderá expandir as informações contidas para além do representado, incorporando as proposições extraídas do gráfico (símbolos dicente) como premissas necessárias para se chegar a uma conclusão inédita (CP 2.253). Neste cenário, considerando o gráfico da Figura 1, os alunos poderiam não apenas compreender o que está sendo representado, como também extrapolar essa informação e utilizá-la para a construção de um novo conhecimento, como, por exemplo, utilizar as informações do enunciado para identificar os tipos de alertas que foram usados em cada dia, ou até mesmo abstrair para uma situação não representada, como um novo alerta. Este tipo de interpretação não só evidencia a experiência colateral, como permite, a quem interpreta o fenômeno, a posse de informações contidas no gráfico, que expandem a sua própria experiência colateral sobre o assunto, utilizando essas informações para uma interpretação mais completa de todo o cenário em que o gráfico se insere.

Neste ponto fica evidente a importância da experiência colateral que o aluno tem do objeto que está sendo representado graficamente na interpretação do gráfico em si. De acordo com Peirce, duas são as principais características necessárias para a interpretação de um signo: o conhecimento prévio do sistema de normas que rege sua representação simbólica (a capacidade de ler/decodificar um gráfico) e alguma experiência colateral dos objetos envolvidos, que aqui pode ser interpretado como um conhecimento prévio (Bergman, 2010). Dessa forma, ao se trabalhar com gráficos para a representação de fenômenos naturais/sociais, deve-se, primeiramente, garantir que os alunos possuem as habilidades necessárias para ler um gráfico e que tenham algum conhecimento prévio acerca do fenômeno representado.

Partindo de um ponto de vista cognitivo, Friel, Curcio e Bright (2001) apontam três níveis de compreensão que um aluno pode ter ao interpretar um gráfico, sendo eles: “lendo os dados”, “lendo entre os dados” e “lendo além dos dados”.

Lendo os dados diz respeito a uma compreensão rasa por meio da interpretação direta do que está explícito nos gráficos, como, por exemplo, os pontos de máximo e mínimo. Lendo entre os dados significa uma interpretação que permite relacionar os dados apresentados no gráfico, como uma relação ou comparação entre os diferentes pontos que o constitui. Lendo além dos dados, por sua vez, parte de uma interpretação que expande para além das informações ali contidas, extrapolando, prevendo ou inferindo a partir do representado no gráfico (Friel et al., 2001).

Segundo os autores, os três tipos de compreensão podem ser instigados por meio de perguntas que norteiam e direcionam a compreensão do gráfico, de forma que a maneira como a aula é conduzida é essencial para a interpretação. Além disso, o nível de dificuldade para acessar cada tipo de compreensão também varia, sendo o primeiro de menor complexidade e o terceiro o mais complexo.

*“[...] As questões do tipo 'Ler além dos dados' parecem ser ainda mais desafiadoras. Os alunos devem fazer inferências a partir da representação para interpretar os dados, por exemplo, para comparar e contrastar conjuntos de dados, para fazer uma previsão sobre um caso desconhecido, para generalizar para uma população ou para identificar uma tendência.” (Friel et al., 2001, p. 132; tradução própria)*

As categorias de interpretação de gráficos de Friel et al. (2001) possuem uma forte correspondência com as categorias de Peirce explicitadas anteriormente. As compreensões “lendo os dados” e “lendo entre os dados” aparecem como duas manifestações diferentes de uma interpretação dicente, uma vez que ambas fazem referência ao objeto representado, podendo extrair informações que estão ali representadas. Uma compreensão “lendo além dos dados”, por sua vez, é uma manifestação de uma interpretação argumentativa, dado que permite com que o aluno se aproprie da informação representada e use-a para a construção de novos conhecimentos, expandindo o poder representativo do signo gráfico, incorporando suas informações em novos contextos que poderão servir de base de sustentação às premissas que constituem os argumentos. Assim, visto como uma interpretação argumentativa dos gráficos, é capaz de ampliar as informações ali representadas e permitir com que sejam integradas com outras informações a fim de construir um raciocínio lógico mais elaborado, considerando também a influência da condução da aula na interpretação e compreensão dos gráficos. Compreender como Peirce concebe o processo de argumentação e como sua visão se relaciona com as principais referências no assunto faz-se pertinente na elaboração de atividades que conduzam para esse tipo de resposta.

## **ESTRUTURA DOS ARGUMENTOS**

### **Argumentação em Peirce**

A estrutura geral dos argumentos para Peirce envolve uma relação entre as premissas e a conclusão, por meio dos processos de coligação e envolvimento, orientada pelo princípio guia (Liszka, 1996). Todo argumento possuirá ao menos duas premissas (CP 2.469), proposições que conterão tudo aquilo relevante para atingir uma conclusão (CP 2.461), sendo essa também uma proposição, resultado direto da interação das premissas. A coligação é o processo de aplicar uma premissa sobre a outra (CP 2.450), enquanto o envolvimento consiste em transferir as informações das premissas para a conclusão (CP 2.553). O princípio guia, por fim, é a regra que conduz o processo inferencial por trás de toda argumentação (Liszka, 1996), de forma que, dado a veracidade das premissas, a conclusão também será verdadeira se o princípio guia que a inferiu também o for (CP 2.462-464).

De forma geral todo argumento envolverá a relação entre as premissas que levam a uma conclusão, sendo que Peirce usa os termos regra, caso e resultado para diferenciar as três proposições (CP 2.620), no qual o papel de premissas ou conclusão irá variar de acordo com o processo inferencial que guiará a construção do argumento (CP 2.622–623). Esses processos inferenciais podem ser explicativos, como a dedução, que permite uma expansão do sistema baseado nas informações já contidas nele, revelando conexões implícitas entre diferentes premissas, ou podem ser ampliativos, como a indução e a abdução, expandindo o sistema por meio de novas informações que são adicionadas (CP 2.623; Liszka, 1996).

Dedução é o processo inferencial que relaciona as informações expressas nas premissas a fim de deduzir uma conclusão lógica e direta (CP 2.778). Pode ser representada por meio de pensamento diagramático, no qual diagramas de termos gerais das premissas são construídos e sua análise profunda revela as conexões possíveis para se atingir uma conclusão verdadeira (Liszka, 1996). Além disso, as deduções podem também se apresentar no universo das probabilidades, no qual deixam de afirmar definitivamente e começam a usar frequências de ocorrência para apontar conclusões que apresentam maior ou menor grau de probabilidade (CP 2.267-268). Assim, o processo dedutivo apresenta uma forma geral de um caso que se aplica a uma regra no qual é possível deduzir um resultado (CP 2.619-621), por exemplo:

*Caso:* As aves e os mamíferos são animais homeotermos.

*Regra:* Todos os animais homeotermos mantêm sua temperatura corpórea relativamente constante frente a mudanças na temperatura do ambiente.

*Resultado:* As aves e os mamíferos mantêm sua temperatura corpórea relativamente constante frente a mudanças na temperatura do ambiente.

O princípio guia da dedução se baseia na sua tendência de gerar conclusões verdadeiras em situações análogas, ou seja, dada a veracidade do princípio lógico utilizado, em casos análogos premissas verdadeiras não poderão levar a conclusões falsas (Liszka, 1996).

A indução é um tipo de inferência que generaliza um evento na proporção em que seus casos se mostraram verdadeiros (CP 2.624), permitindo concluir que o observado em certa amostra de casos também será obtido na análise do todo (Liszka, 1996), criando hábitos de generalização que guiam o comportamento (Romanini, 2006). Pode apresentar-se de três tipos: a indução crua nega que um evento ocorra devido ao fato de nunca ou raramente ocorrer (CP 2.257); enquanto a indução quantitativa age a partir de amostras aleatórias, ou seja, para determinar que as características existem em um grupo de indivíduos, essas características são procuradas em amostra desses indivíduos e a proporção que ela aparece neles é extrapolada como a proporção existente no grupo todo (CP 2.269). A indução qualitativa, por sua vez, verifica hipóteses por meio da análise de suas consequências (CP 2.759), assim, quando uma hipótese é declarada, suas consequências podem ser deduzidas e então verificadas empiricamente, restando à indução qualitativa avaliar a veracidade da hipótese com base nos resultados experimentais (Liszka, 1996). Assim, o processo indutivo apresenta uma forma geral de uma regra que é inferida a partir de um caso (hipótese) que teve suas consequências deduzidas como resultado (CP 2.622), por exemplo:

*Caso:* As aves e os mamíferos são animais homeotermos.

*Resultado:* As aves e os mamíferos são animais que mantêm sua temperatura corpórea relativamente constante frente a mudanças na temperatura do ambiente.

*Regra:* Todos os animais homeotermos mantêm sua temperatura corpórea relativamente constante frente a mudanças na temperatura do ambiente.

O princípio guia da indução quantitativa se baseia no número amostral, de forma que sua confiabilidade é proporcional ao número de amostras avaliadas, enquanto para a indução qualitativa, a sua confiabilidade será proporcional à quantidade de consequências das hipóteses testadas e confirmadas (Liszka, 1996).

Abdução é o processo inferencial que origina novas hipóteses. Não se preocupa em confirmar as hipóteses que cria, mas sim em levantar novas ideias plausíveis e capazes de explicar eventos que as hipóteses atuais não conseguem (Liszka, 1996). O ponto de início de qualquer abdução é uma anomalia, um novo fenômeno que foge do escopo do conhecimento gerado até então. Com isso, a inferência abdução agirá de forma a produzir uma nova hipótese que tentará acomodar o evento anômalo (CP 5.189). O foco

da abdução está no desenvolvimento de hipóteses plausíveis, testáveis e prováveis (Liszka, 1996). Assim, o processo abduutivo apresenta uma forma geral de um caso capaz de acomodar os resultados observados frente a uma regra conhecida (CP 2.623), por exemplo:

*Regra:* Todos os animais homeotermos mantêm sua temperatura corpórea relativamente constante frente a mudanças na temperatura do ambiente.

*Resultado:* As aves e os mamíferos mantêm sua temperatura corpórea relativamente constante frente a mudanças na temperatura do ambiente.

*Caso:* As aves e os mamíferos são animais homeotermos.

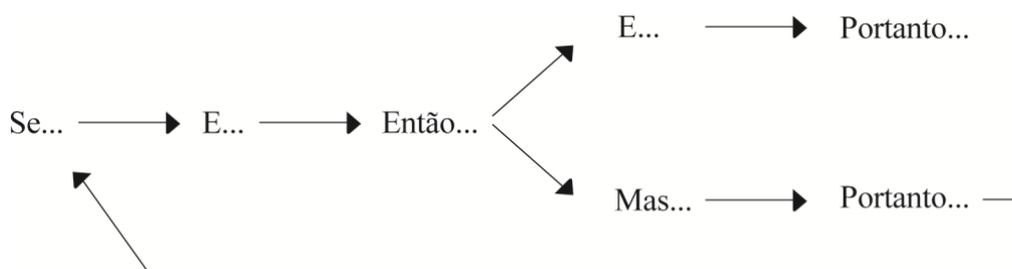
O princípio guia da abdução parte do princípio investigativo do conhecimento. À medida que as hipóteses são testadas e descartadas, elas fornecem novos dados que colaborarão para a formulação de novas hipóteses mais robustas que as anteriores. Dessa forma, a hipótese adequada será alcançada conforme mais tempo, esforço e mentes sejam dedicados à questão (Liszka, 1996).

De acordo com a estrutura e o princípio guia das inferências, Peirce defende que o raciocínio argumentativo que emprega esses processos inferenciais é investigativo, de forma que correlaciona os três tipos de inferência em um processo cíclico (Liszka, 1996) no qual hipóteses são formuladas por abdução e tem suas consequências deduzidas, que são testadas e comparadas por indução, sendo que seu resultado pode ser positivo, confirmando a hipótese, ou negativo, negando a hipótese e oferecendo novos dados que colaborarão para a formulação de uma nova hipótese, reiniciando o ciclo (CP 2.96).

### Estrutura Argumentativa de Lawson

Lawson propõe uma estrutura de argumentação hipotético-preditiva, baseada na análise dos processos investigativos de pesquisadores que fizeram grandes descobertas científicas (Locatelli & Carvalho, 2007; Sasseron & Carvalho, 2011b). Sua proposta básica pressupõe que hipóteses são criadas e suas consequências deduzidas, ao passo que um teste para investigar essas consequências é determinado. O observado com o teste é comparado com o esperado conforme deduzido a partir da hipótese, e então o produto é conduzido a uma conclusão que sintetiza os resultados e apresenta se a hipótese foi aceita ou rejeitada (Lawson, 2004; Locatelli & Carvalho, 2007; Sasseron & Carvalho, 2011b). Uma sistematização da proposta de Lawson (Figura 2) foi feita por Locatelli e Carvalho (2007) da seguinte maneira:

*“Lawson desenvolve e estrutura as descobertas segundo o padrão que tem seu início com o termo “Se...”, diretamente ligado às hipóteses (uma proposição); o termo “E...” diz respeito ao acréscimo de condições de base (um teste); o termo “Então...” é relativo aos resultados esperados (às consequências esperadas); o termo “E...” ou “Mas...” aos resultados e consequências reais e verdadeiras. O termo “E...” deve ser utilizado caso os resultados obtidos combinem com os esperados e o termo “Mas...”, caso haja um desequilíbrio nos resultados; desta forma, o ciclo reinicia-se com outras hipóteses e, finalmente, o termo “Portanto...” introduz a conclusão a que se chega.” (Locatelli & Carvalho, 2007, p. 05)*



**Figura 2** – Esquema de argumentação de Lawson, 2004. (Extraído de Locatelli & Carvalho, 2007)

Em seu modelo, Lawson coloca todo enfoque do processo argumentativo como um produto inferencial hipotético-preditivo – ou abduutivo-dedutivo, adotando a terminologia de Peirce – ao passo que a inferência indutiva é, em parte criticada, como feito com a indução enumerativa, e em parte aceita, quando vista como uma promotora de evidências que contribuem para a conclusão (Lawson, 2004). Contudo, considerando a definição de indução proposta por Peirce, a indução qualitativa é empregada no padrão de Lawson quando as consequências deduzidas da hipótese são comparadas com o observado empiricamente por meio do teste, cabendo a essa inferência aceitar ou rejeitar a hipótese. Isso mostra o caráter investigativo do modelo de Lawson, também encontrado no raciocínio argumentativo cíclico de Peirce.

Atentando-se ao padrão de Lawson com base na proposta de Peirce, uma das premissas, a regra, fica oculta no primeiro termo ‘E ...’, que apresenta um teste capaz de analisar as consequências deduzidas. Nesse caso, as premissas que permitem a aplicabilidade do teste proposto como forma de avaliar as consequências da hipótese podem ser compreendidas como a ‘regra oculta’ adotada como segunda premissa necessária para realizar o processo dedutivo.

É possível extrair a ‘regra oculta’ a partir da construção argumentativa apresentada no trecho a seguir retirado de Lawson (2004), que traz um exemplo de seu modelo argumentativo aplicado nos trabalhos de Walter Alvarez, que culminaram na descoberta da causa da extinção em massa que assolou o período Cretáceo.

*“Se... o tsunami originou-se do meteoro Chicxulub, e... uma camada KT perto da cratera Chicxulub no nordeste do México é examinada, **Então...** deveria conter um depósito de tsunami. **E...** a camada KT em Arroyo el Mimbral, no nordeste do México, contém um depósito de tsunami de quase três metros de espessura precisamente no limite KT. **Portanto...** a hipótese do meteoro Chicxulub foi apoiada.” (Lawson, 2004, p. 161, Tradução própria)*

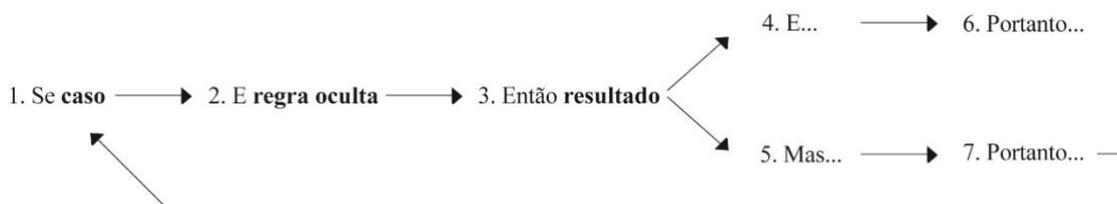
O termo “e... uma camada KT perto da cratera Chicxulub no nordeste do México é examinada” carrega a premissa que tsunamis geram um tipo específico de depósito, o que permite com que camadas estratigráficas do K–Pg (antigo K–T) próximo à cratera de Chicxulub possam ser examinadas a fim de testar as consequências deduzidas da hipótese apresentada por Alvarez.

No segundo exemplo:

*“Se... uma supernova causou os níveis elevados de irídio, e... a quantidade de plutônio-244, que é conhecido por ser depositado por supernovas, é medida em uma camada limite KT, **Então...** o plutônio-244 deve ser detectado nessa camada limite. **Mas...** após uma leitura de falso positivo, o plutônio-244 não foi detectado. **Portanto...** a hipótese da supernova não foi apoiada.” (Lawson, 2004, p. 160, Tradução própria)*

o termo “e... a quantidade de plutônio-244, que é conhecido por ser depositado por supernovas, é medida em uma camada limite KT”, além de apresentar um teste capaz de verificar as consequências da hipótese, apresenta também a premissa (regra) necessária para a validade do teste, que pode ser reescrita, focando apenas na regra, da seguinte maneira: “e... plutônio-244 é conhecido por ser depositado por supernovas”.

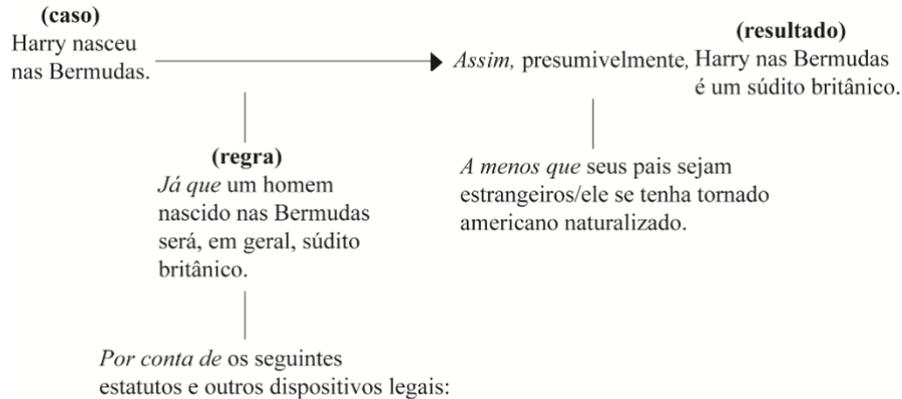
A relação entre o modelo de Lawson e a proposta de Peirce fica mais evidente na figura 3, na qual o esquema de Lawson é complementado com seu análogo no padrão de Peirce.



**Figura 3** – Esquema de argumentação de Lawson, destacado em negrito os termos dos argumentos de acordo com Peirce. (Modificado de Locatelli & Carvalho, 2007)



A figura 5 traz uma modificação de um exemplo da aplicação do modelo proposto por Toulmin (2006), destacando os componentes que agem como caso, regra e resultado, seguindo as definições de Peirce.



**Figura 5** – Exemplo do esquema de argumentação de Toulmin, destacado em negrito os termos dos argumentos de acordo com Peirce. (Modificado de Toulmin, 2006)

No exemplo apresentado fica clara a relação do dado apresentando uma hipótese, a garantia declarando a regra geral na qual a hipótese é aplicada a fim de deduzir o resultado, que aparece na figura da conclusão. Assim, de forma geral, a ideia principal do argumento pode ser representada da seguinte forma:

**Caso:** Harry nasceu nas Bermudas.

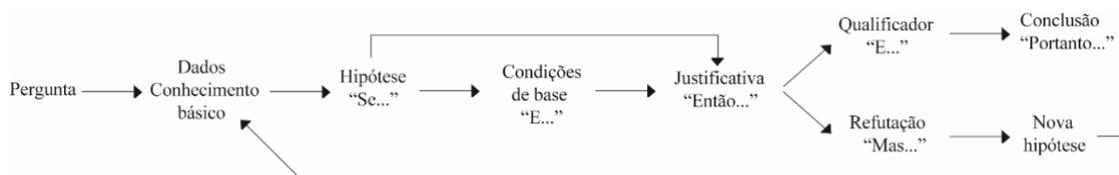
**Regra:** Um homem nascido nas Bermudas será, em geral, súdito britânico.

**Resultado:** Harry nas Bermudas é um súdito britânico.

## A PROPOSTA DE UMA SÍNTESE EPISTEMOLÓGICA

As relações entre os modelos de Lawson e Toulmin expostas anteriormente também foram notadas por Locatelli e Carvalho (2007), que fizeram uma sistematização geral dos dois modelos (figura 6):

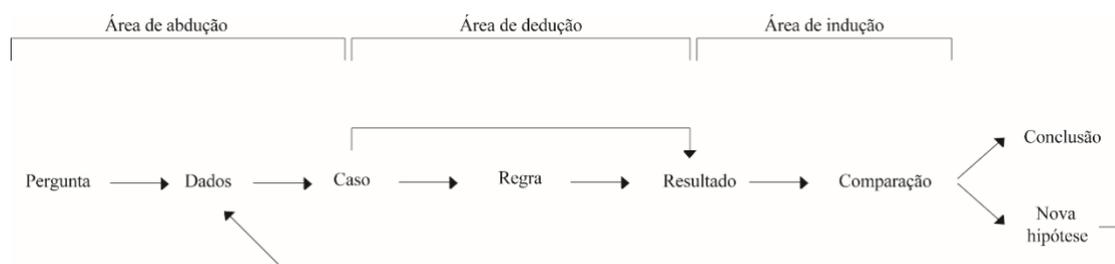
*“Diante de uma ‘pergunta ou problema’ a ser resolvido e dos ‘dados’ extraídos, busca-se formular uma primeira hipótese ‘Se...’ com base nos dados e no ‘conhecimento prévio disponível’. Esse conhecimento prévio, juntamente com algumas condições específicas, pode direcionar o acréscimo de ‘condições de base ‘E...’”, construindo, assim, a ‘justificativa’ que fará a ligação entre a hipótese ‘Se...’ e os resultados esperados ‘Então...’. Caso os resultados corroborem a hipótese, o ‘qualificador, ‘E...’ atribui um grau de plausibilidade ao argumento, mas, caso a hipótese não seja sustentada, deverá ser ‘refutada, ‘Mas...’ e uma próxima hipótese ser formulada. Por fim, após uma hipótese ser testada e confirmada, o problema será resolvido e a ‘conclusão, ‘Portanto...’ será extraída.” (Locatelli & Carvalho, 2007, p. 06)*



**Figura 6** – Esquema de argumentação de Locatelli e Carvalho, 2007, sintetizando as propostas de Lawson e Toulmin. (Extraído de Locatelli & Carvalho, 2007)

A proposta de Locatelli e Carvalho (2007) não apenas concatena ambos os modelos preservando suas características inferenciais, como também caminha paralelamente com a concepção investigativa de Peirce. Isso pode ser observado da seguinte maneira: a hipótese apresenta-se como produto de um processo abdutivo em resposta a uma pergunta geradora de uma anomalia que confronta seus conhecimentos prévios. As condições de base incorporam a garantia (W) de Toulmin, apresentando a premissa que justifica a dedução necessária para os resultados (Então...) como consequência da hipótese levantada. Em seguida, por meio da indução qualitativa, os resultados obtidos e esperados são comparados e a hipótese é aceita ou rejeitada, seguindo para uma conclusão nos moldes de Lawson, que se apresenta como uma síntese dos resultados, ou na formulação de uma nova hipótese com base nos novos dados produzidos, respectivamente.

Com base no esquema de Locatelli e Carvalho (2007) e nas ideias de Peirce, uma síntese epistemológica do processo de argumentação pode ser feita dando ênfase ao caráter investigativo da argumentação e destacando as regiões em que cada inferência predomina, conforme mostra a figura 7.



**Figura 7** – Síntese epistemológica do processo argumentativo baseado na proposta de Locatelli & Carvalho (2007) e na teoria de Charles Sanders Peirce, destacando as áreas em que cada processo inferencial predomina.

~~

Sasseron e Carvalho (2011a) sintetizam alguns limites da aplicação dos modelos de argumentação de Toulmin e de Lawson, como não considerar a não-linearidade e a construção coletiva dos argumentos em sala de aula, assim como as linguagens não-verbais, como gráficos, diagramas e imagens, além da forma implícita que alguns termos, como a garantia (W) e apoio (B), aparecem no discurso dos alunos. Frente a isso, as autoras apontam para uma proposta de vincular a análise da construção de argumentos junto com os indicadores de alfabetização científica (Sasseron & Carvalho, 2008) a fim de proporcionar o estabelecimento de um ciclo argumentativo, compreendido como a forma pela qual dados e variáveis podem ser relacionados e argumentações desencadeadas. De forma geral, o ciclo inicia retomando e reunindo os dados e informações já discutidas sobre o assunto, e segue para o trabalho direto com essas informações, delimitando as variáveis, gerando hipóteses e apresentando justificativas. Por fim, as conexões são estabelecidas e explicações são elaboradas por meio de construções lógicas (Sasseron & Carvalho, 2011a).

O ciclo argumentativo mais do que permitir acompanhar os processos lógicos que estão guiando a construção argumentativa dos alunos, serve também como base a partir da qual os professores podem se pautar a fim de estimular e acompanhar o andamento das discussões, concordando com uma das habilidades elencadas por Carvalho (2007) como necessárias para promover a alfabetização científica. A partir disso, a síntese epistemológica aqui proposta colabora com o ciclo evidenciando as etapas em que cada processo inferencial predomina e possibilitando um acompanhamento mais próximo do raciocínio lógico utilizado pelos alunos.

## OS GRÁFICOS COMO PROMOTORES DE ARGUMENTAÇÃO

De um ponto de vista semiótico os gráficos podem ser interpretados de forma remática, em que não ocorre uma referência direta ao fenômeno que representa, enquanto uma interpretação dicente faz essa referência e permite uma interpretação mais descritiva das características do gráfico, relacionando com o que ocorre no fenômeno representado. Porém, como evidencia Flores e Moretti (2003, p. 04) “Para o aluno,

*não é suficiente que ele saiba ‘ler’ um gráfico, é necessário também que ele saiba organizar e operar de forma objetiva sobre os dados contidos neste modo de representação”. Para tal, uma interpretação argumentativa dos gráficos se faz necessária por permitir que os alunos entendam as informações contidas na representação e utilizem-nas para fazer inferências constitutivas de uma construção argumentativa.*

Referente às características da argumentação, um dos limites de aplicação do TAP evidenciado por Sasseron e Carvalho (2011a) diz respeito à falta de consideração de linguagens semióticas, ou linguagens não-verbais, como gestos, expressões, imagens e ilustrações. Essa crítica foi retirada do trabalho de Driver *et al.* (2000), que dizem o seguinte:

*“[...] nem todos os pontos são feitos por meio da fala, pois alguns são feitos por meio de gestos semióticos, apontando para objetos, acenando com a cabeça, etc., especialmente na ciência onde materiais manipuláveis são usados. Além disso, as ilustrações e os gráficos não são mais complementares, mas uma característica comunicativa central dos textos” (Driver et al, 2000. p. 294, tradução própria).*

O raciocínio investigativo de construção da argumentação fundamentado nos princípios de Peirce, resumido na síntese epistemológica apresentada, permite incorporar gráficos e outros tipos de símbolos na construção de argumentos. Primeiramente, para que uma resposta argumentativa possa ser gerada a partir de um signo, um símbolo dicente precisa ser instanciado, visto que símbolos argumentativos utilizam símbolos dicentes, na forma das proposições completas, como premissa (CP 2.253).

Isso pode ser feito de acordo com os níveis de compreensão de gráficos propostos por Friel *et al.* (2001), no qual interpretações do tipo “lendo os dados” e “lendo entre os dados”, não passam de interpretações dicentes que explicitam as características representadas na figura. A partir disso, visto que interpretações dicentes são a instanciação de uma indução, que agem como um hábito ou uma regra (Romanini, 2006); as informações, na forma de proposições que carregam, podem ser incorporadas como a segunda premissa, a regra, que servirá de base para que a hipótese seja aplicada, permitindo a dedução da conclusão. Dessa forma, o terceiro e mais complexo nível de compreensão, “lendo além dos dados”, pode ser alcançado como um argumento que utiliza das informações contidas no gráfico para se sustentar.

Com base na influência da conduta do professor na maneira como se dá a compreensão dos gráficos pelos alunos (Friel *et al.*, 2001), a aula pode ser construída de forma a trabalhar com cada tipo de interpretação, oferecendo os subsídios necessários, instigando os alunos no processo lógico e interpretativo até que uma argumentação sólida e coerente seja construída. Desse ponto de vista, os gráficos, além de possuírem um aspecto comunicativo, como normalmente o tem, podem adquirir um papel de promotor de argumentos, fornecendo as informações e auxiliando no processo lógico necessário para tal. Além disso, uma vez que o conhecimento prévio tanto do sistema de normas por trás da interpretação do signo (visto que gráficos são signos simbólicos) como do objeto representado (experiência colateral) são fundamentais para uma interpretação de um signo (Bergman, 2010), em casos de dificuldade de interpretação dos gráficos pelos alunos é possível discriminar se a fonte de dificuldade emerge da falta da habilidade necessária para ler um gráfico ou da ausência de algum conhecimento prévio do fenômeno representado.

O desconhecimento do signo utilizado na representação do fenômeno se manifesta na incapacidade do aluno de ler o gráfico, sendo impossível extrair qualquer informação ali representada. A falta de experiência colateral, por sua vez, permite uma interpretação mínima do fenômeno representado, porém apenas de forma remática, ou seja, é possível perceber o padrão representado, mas não é feita nenhuma vinculação com o fenômeno. Em outras palavras, não é possível realizar a conexão entre o objeto imediato, padrão representado graficamente, com o objeto dinâmico, o fenômeno em si tal qual ocorre na natureza. No primeiro cenário é necessário retrabalhar com os alunos aspectos fundamentais da leitura de um gráfico, uma vez que, dado seu caráter simbólico, é preciso ter conhecimento do hábito que subjaz a interpretação desse signo. No segundo cenário é preciso estabelecer uma experiência colateral para que os alunos sejam capazes de relacionar o padrão representado com o fenômeno. Vale ressaltar que experiência colateral não diz respeito estritamente ao objeto em questão, conforme relembra Bergman (2010):

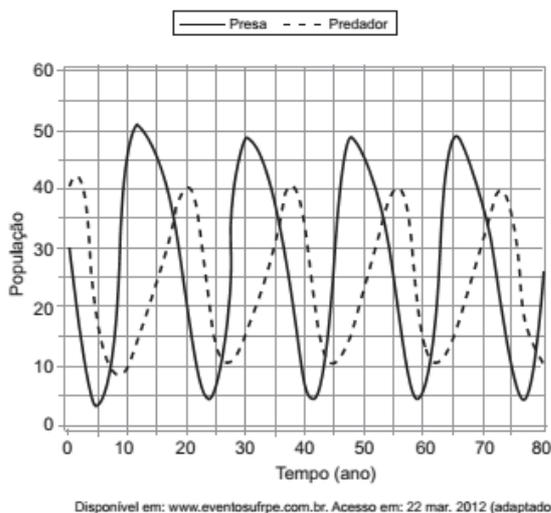
*“[...] Em primeiro lugar, é importante ver que a experiência em questão não precisa ser diretamente do objeto em questão; é suficiente que o intérprete possa fazer uma conexão entre o objeto referido e sua experiência colateral. Se B está familiarizado com o presidente da Finlândia, então sua familiaridade com os presidentes provavelmente pode servir como um bom ponto de partida para a identificação do signo ‘George Bush’. A alegação, portanto, é meramente que algum background experiencial é necessário – pode ser bastante insignificante em*

si mesmo, mas deve ser capaz de servir como ponto de partida para a especificação do objeto.” (Bergman, 2010. p. 153, tradução própria).

Evidencia-se, assim, a importância do levantamento de conhecimento prévio dos alunos para a elaboração de atividades envolvendo gráficos. Pois, uma vez que isso tenha sido feito, o professor não só poderá identificar possíveis dificuldades em leitura de gráficos, como também poderá identificar experiências prévias dos alunos sobre fenômenos que podem servir de base para a construção da experiência colateral necessária para superar uma interpretação remática.

A teoria semiótica de Charles Sanders Peirce está sendo cada vez mais explorada nos contextos educacionais e se mostra capaz de proporcionar grandes contribuições para o ensino nas mais diversas áreas, como na Biologia, Química, Matemática, Educação Física (Betti, 2007; Caldeira & Manechine, 2007; Manechine & Caldeira, 2010; Wartha & Rezende, 2015). Apesar de cada um desses artigos explorar e aplicar a semiótica Peirceana de diferentes maneiras, algumas semelhanças emergem, pois derivam de conceitos que formam aspectos fundamentais da semiótica de Peirce, como a ciclicidade do processo semiótico, muito centrada na instanciação de um signo em terciridade (argumentativo) em um signo de secundidade (dicente) que servirá como ponto de partida para o início de um novo processo semiótico.

Como forma de ilustrar o processo aqui descrito, um gráfico retirado de uma questão da prova de Matemática e suas Tecnologias do ENEM de 2015 (figura 8) foi interpretado conforme o modelo proposto. Vale ressaltar que a interpretação exposta é uma construção pessoal e não reflete de maneira generalizável a forma como esse processo ocorreria em aula, visto que desconsidera vários aspectos comuns à vivência em sala, como aqueles apontados anteriormente por Sasseron e Carvalho (2011a), assim como o caráter pessoal de construção do interpretante no processo de semiose, que é construído durante a experiência individual de cada um com base nos conhecimentos e vivências prévias. O intuito, portanto, é apenas de evidenciar como as etapas destacadas na síntese epistemológica podem ser observadas.



**Figura 8** – Gráfico usado no ENEM 2015 descrevendo o modelo de interação entre presa e predador de Lotka-Volterra. (Extraído de INEP: ENEM – 2015)

Partindo do pressuposto de que os alunos dominam as normas necessárias para a leitura do tipo de gráfico utilizado (oriundo do levantamento de conhecimento prévio), segundo a síntese proposta, o processo se inicia com um problema que traz novos dados acerca de um assunto já conhecido, de forma que cabe ao professor apresentar o problema junto com o gráfico a fim de instigar o início do processo inferencial. Esse problema apresenta a anomalia que age como força motriz para impulsionar o processo inferencial abduutivo, sendo que uma pergunta pode ser derivada dessa anomalia e a hipótese gerada tem como objetivo respondê-la.

A partir do exemplo em questão, considerando o conhecimento prévio apresentado, o seguinte problema e hipótese podem ser derivados:

*Problema:* Em uma área de preservação ambiental foi monitorado o número de lebres e lobos ao longo de vários anos. Com base no gráfico (Figura 8) que representa a relação entre presa e predador, o

que ocorreria com as lebres se todos os lobos fossem acometidos por uma doença que levasse a sua extinção na reserva?

*Conhecimento prévio:* Lobos são predadores de lebres.

*Hipótese:* O número de lebres aumentaria rapidamente.

Ao mesmo tempo, uma interpretação descritiva do gráfico apresentará as informações necessárias para que se constitua a regra. Considerando os níveis de compreensão de Friel et al., (2001), uma interpretação do tipo “lendo os dados” poderia revelar as tendências de acréscimo e decréscimo representadas, assim como o caráter cíclico da representação. Porém seria necessária uma compreensão do tipo “lendo entre os dados” para que a relação entre presa e predador possa ser compreendida a fim de elaborar uma regra com as informações necessária para incorporação no processo inferencial.

Como destacam Sasseron e Carvalho (2011a), nem sempre os componentes do tipo regra (como as garantias de Toulmin) aparecem de forma explícitas no discurso, restando ao professor elaborar propostas que estimulem com que isso apareça ou retirar essa informação a partir da conclusão apresentada pelos alunos. Tendo em vista o exemplo em questão, a seguinte regra pode ser derivada:

*Regra:* O número de presas interage com o número de predadores de forma a crescer rapidamente na presença de poucos predadores e diminuir sua taxa de crescimento na presença de muitos.

Com esses pontos estabelecidos, todos aspectos necessários para a inferência dedutiva estão presentes. Dessa forma, a hipótese elaborada pode ser aplicada na regra extraída do gráfico a fim de deduzir suas consequências como uma conclusão. Nessa etapa dedutiva a compreensão “lendo além dos dados” se faz presente por estar relacionando as informações representadas no gráfico com o problema apresentado a fim de solucioná-lo. A partir do exemplo, a seguinte conclusão pode ser derivada:

*Resultado:* Assim, o número de lebres aumentaria rapidamente porque, com a extinção dos lobos, as lebres não possuiriam mais predadores.

O processo investigativo demandaria mais uma etapa que nem sempre pode ser realizada em sala de aula, como o teste de hipótese guiado por um processo inferencial indutivo. Para que isso ocorra uma aula investigativa deve ter sido planejada desde o início, possibilitando com que os alunos testem as consequências deduzidas de suas hipóteses. Esse teste pode ser conduzido das mais diversas formas, desde atividades lúdicas, aulas com auxílio de computador, aulas práticas e até atividades laboratoriais, dependendo dos recursos disponíveis e do planejamento realizado pelo professor.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os gráficos, por serem um recurso muito importante para comunicação de dados e informações no meio científico, assumem um papel relevante em aulas de Ciências. Para além de uma simples figura de representação, os gráficos possuem diversas características simbólicas que devem ser levadas em consideração durante sua utilização em aulas.

A partir de uma análise semiótica fundamentada na teoria dos signos de Charles Sanders Peirce, os gráficos puderam ser descritos como signos simbólicos que, para uma interpretação ampla, dependem do conhecimento do sistema de normas que rege sua representação simbólica (a capacidade de ler/decodificar um gráfico) e de algum conhecimento prévio do fenômeno que está sendo representado graficamente. Destaca-se, portanto, a importância do levantamento do conhecimento prévio dos alunos antes da utilização de gráficos em aulas.

As informações contidas nos gráficos podem ser incorporadas em estruturas argumentativas, pois quando interpretados semioticamente, isto é, envolvendo mais do que uma descrição da relação entre as variáveis que o compõe, podem fornecer informações básicas (premissas) que conversam com os cenários em que estão inseridos, permitindo sua incorporação em uma cadeia argumentativa regida por uma relação cíclica de processos inferenciais, tal qual resumida na síntese epistemológica apresentada.

Os resultados aqui encontrados conversam diretamente com as demais pesquisas em educação que se baseiam na teoria semiótica de Charles Sanders Peirce, convergindo na importância da ciclicidade do processo semiótico mediada pelo raciocínio inferencial. Esses resultados apontam para a importância

das contribuições que a semiótica tem para o ensino, sobretudo no que envolve a utilização de representações simbólicas, como diagramas, figuras e desenhos.

## REFERÊNCIAS

- Bergman, M. (2010). C. S. Peirce on interpretation and collateral experience. *Signs - International Journal of Semiotics*, 4, 134-161. Recuperado de <https://tidsskrift.dk/signs/article/view/26855>
- Betti, M. (2007) Educação física e cultura corporal de movimento: Uma perspectiva fenomenológica e semiótica. *Revista da Educação Física*, 18(2), 207–217. Recuperado de <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/RevEducFis/article/view/3277>
- Bozzo, M. V. (2011). *Identificação dos perfis das pesquisas em argumentação no ensino de Ciências no período de 1988 a 2008*. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. Recuperado de <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/tde-30092011-152219/pt-br.php>
- Burks, A. W. (1958). *The collected papers of Charles Sanders Peirce: Vols. VII-VIII*. Cambridge, Kingdom: Harvard University Press.
- Caldeira, A. M. A., & Manechine, S. R. S. (2007) Apresentação e representação de fenômenos biológicos a partir de um canteiro de plantas. *Investigações em Ensino Ciências*, 12(2), 227–261. Recuperado de <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/473>
- Carvalho, A. M. P. (2007). Habilidades de Professores Para Promover a Enculturação Científica. *Contexto & Educação*, 22(77), 25–49. <https://dx.doi.org/10.21527/2179-1309.2007.77.25-49>
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287–312. [https://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200005\)84:3%3C287::AID-SCE1%3E3.0.CO;2-A](https://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200005)84:3%3C287::AID-SCE1%3E3.0.CO;2-A)
- Flores, C. R., & Moretti, M. T. (2006). O funcionamento cognitivo e semiótico das representações gráficas: ponto de análise para a aprendizagem matemática. *Revista Eletrônica de Republicação em Educação Matemática*, 19, 26–38. Recuperado de [http://www.ufrj.br/emanped/paginas/conteudo\\_producoes/docs\\_28/funcionamento.pdf](http://www.ufrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_28/funcionamento.pdf)
- Friel, S. N., Curcio, F. R., & Bright, G. W. (2001). Making sense of graphs: Critical factors influencing comprehension and instructional implications. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32(2), 124–158. <https://dx.doi.org/10.2307/749671>
- Hartshorne, C., & Weiss, P. (1935). *The collected papers of Charles Sanders Peirce: Vols. I-VI*. Cambridge, Kingdom: Harvard University Press.
- Hilpinem, R., & Queiroz, J. (2012). Uma introdução aos sistemas alfa e gama dos grafos existenciais de C. S. Pierce. In J. Queiroz & L. Moraes (Orgs.), *A lógica de diagramas de Charles Sanders Pierce: implicações em ciência cognitiva, lógica e semiótica* (pp. 145–182). Juiz de Fora, MG: Uffj
- Lawson, A. E. (2004). T. rex, the crater of doom, and the nature of scientific discovery. *Science & Education*, 13(3), 155–177. <https://dx.doi.org/10.1023/B:SCE0.0000025564.15210.ab>
- Liszka, J. J. (1996). *A General Introduction to the Semeiotic of Charles Sanders Peirce*. Bloomington, United States of America: Indiana University Press.
- Locatelli, R. J., & Carvalho, A. M. P. (2007). Uma análise do raciocínio utilizado pelos alunos ao resolverem os problemas propostos nas atividades de conhecimento físico. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 7(3), 1-18. Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4031>
- Manechine, S. R. S., & Caldeira, A. M. A. (2010) Construção de conceitos matemáticos na educação básica numa abordagem peirceana. *Bolema*, 23, 887–904. Recuperado de <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/4296>

- OECD – Organization for Economic Co-operation and Development. (2000). *Measuring student knowledge and skills: The PISA 2000 assessment of reading, mathematical and scientific literacy*. Paris, France. Recuperado de <http://www.oecd.org/education/school/programmeforinternationalstudentassessmentpisa/33692793.pdf>
- Peirce, C. S. (2012). *Semiótica*. São Paulo, SP: Perspectiva.
- Pezarini, A. R., & Maciel, M. D. (2018). As dimensões da argumentação no ensino de ciências em pesquisas de 2007 a 2017: um olhar para a caracterização e para as ferramentas metodológicas para estudar esta temática. *Revista de Educação Em Ciências e Matemáticas*, 14(32), 1-61. Recuperado de <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/6177>
- Romanini, A. V. (2006). *Semiótica minuta: Especulações sobre a gramática dos signos e da comunicação a partir da obra de Charles S. Peirce*. (Tese de doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciências da Comunicação, Escola de Comunicação e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. Recuperado de <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/27/27142/tde-30042009-130918/pt-br.php>
- Santaella, L. (1983). *O que é Semiótica*. São Paulo, SP: Brasiliense.
- Sasseron, L. H. (2015). Alfabetização científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 17, 49–67. <https://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>
- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2008). Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: A proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, 13(3), 333–352. Recuperado de <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/445>
- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2011a). Construindo Argumentação na Sala de Aula: A Presença do Ciclo Argumentativo, os Indicadores de Alfabetização Científica e o Padrão de Toulmin. *Ciência & Educação (Bauru)*, 17(1), 97–114. <https://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132011000100007>
- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2011b). Uma Análise de Referências Teóricas sobre a Estrutura do Argumento para Estudos de Argumentação no Ensino de Ciências. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 13(3), 243–262. <https://dx.doi.org/10.1590/1983-21172011130315>
- Toulmin, S. E. (2006). *Os Usos do Argumento*. São Paulo, SP: WMF Martins Fontes.
- Trevisan, M. D., & Carneiro, M. C. (2009). Uma descrição semiótica da metáfora no ensino de biologia: asserções sobre a célula animal. *Investigações em Ensino de Ciências*, 14(3), 479–496. Recuperado de <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/352>
- Wartha, E. J., & Rezende, D. B. (2015) A elaboração conceitual em química orgânica na perspectiva da semiótica Peirceana. *Ciência & Educação (Bauru)*, 21, 49–64. <https://dx.doi.org/10.1590/1516-731320150010004>

**Recebido em:** 08.10.2021

**Aceito em:** 20.12.2022