

Organização do conteúdo procedimental em interpretar gráficos cartesianos sob o enfoque sistêmico funcional-estrutural

Organization of the procedural subjects on the interpretation of cartesian graphs under the functional-structural systemic focus

José Everaldo Pereira¹, Isauro Beltrán Núñez²

1 Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN), everaldo.pereira@ifrn.edu.br

2 Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), isaurobeltran@yahoo.com.br

Resumo

A interpretação de gráficos cartesianos está entre os conteúdos que os estudantes possuem grandes dificuldades de desempenho, dentre outros fatores, pelas formas como se organiza e ensina esse conteúdo procedimental. Este estudo propõe a organização sistêmica do conteúdo procedimental para interpretar gráficos cartesianos como orientação teórica nas aulas de ciências naturais tomando como referencial teórico as ideias do enfoque sistêmico funcional-estrutural desenvolvido na escola histórico-cultural de Vygotsky. A partir de uma análise teórica da diversidade de propostas para se interpretar gráficos cartesianos como tipos de atividade, constrói-se um modelo teórico ou invariante da atividade que, na condição de essência, revela o comum essencial do conjunto de ações que estruturam a habilidade. Essa organização do conteúdo procedimental permite formar a habilidade de maneira tal a se trabalhar as diferentes formas de interpretar os gráficos como manifestações de uma essência comum, o que contribui para o desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes.

Palavras-chave: Interpretação de gráficos cartesianos; Análise sistêmica; Pensamento teórico; Invariante procedimental

Abstract

The interpretation of Cartesian graphs is among the contents that students have great learning difficulties because of the way this procedural subject is organized and taught, between other factors. This study proposes the systemic organization of the procedural subject to interpret Cartesian graphs as a theoretical guidance in Natural Science classes, taking as theoretical reference the ideas of the systemic structural-functional focus developed in Vygotsky cultural-historic school. From a diversity of proposals theoretical analysis to interpret Cartesian graphs as kinds of activities, one builds a theoretical or invariant model of the activity that, as essence, reveals the essential common of the group of actions that structure the ability. This procedural content organization allow us to form the ability in a manner that one can work the different ways of interpret the graphs as a manifestation of a common essence, what contributes with the theoretical thinking development of the students.

Keywords: Cartesian graphs interpretation; Systemic Analysis; Theoretical thoughts, Procedural Invariant

Introdução

Nas ciências naturais, para se construir e comunicar conceitos são utilizadas diversas representações semióticas, como gráficos, diagramas e equações. Sendo assim, a aprendizagem dos conceitos científicos está ligada ao aprendizado dessas representações e aos seus processos de formação, transformação e interpretação (NÚÑEZ, 2011).

Os gráficos cartesianos são representações semióticas utilizadas nas ciências naturais como eixo de ligação entre os dados experimentais e as formalizações científicas. No ensino das ciências, os gráficos auxiliam na visualização de conceitos e relações abstratas difíceis de serem compreendidos em outros tipos de representações (GARCÍA; PALACIOS, 2005).

Os Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio – PCNEM (BRASIL, 2002) –, em suas orientações gerais, apontam como competências e habilidades necessárias para o desenvolvimento da aprendizagem na área de Ciências da Natureza:

Interpretar e utilizar diferentes formas de representação (tabelas, gráficos, expressões, ícones...).

Identificar, analisar e aplicar conhecimentos sobre valores de variáveis, representados em gráficos, diagramas ou expressões algébricas, realizando previsão de tendências, extrapolações e interpolações e interpretações (BRASIL, 2002, p. 12).

Pode-se, portanto, afirmar que a aprendizagem das ciências – além da aprendizagem conceitual, atitudinal e procedimental – deve ter em conta a aprendizagem representacional.

Os gráficos cartesianos são comumente utilizados para representar e estudar fenômenos relacionados às leis dos gases, à pressão de vapor, a curvas de aquecimento, solubilidade e diagramas de fases. Ou seja, esses gráficos são encontrados com frequência quando são abordados temas das áreas de termodinâmica, termoquímica, cinética química e comportamento dos gases, entre outros (GARCÍA; PALACIOS, 2007). Os diversos modelos construídos pelas áreas de Química, Física e Biologia estão expressos em diversos sistemas de representação externa (sistemas de símbolos), registros semióticos. Tais representações, suas características, sua natureza e diversidade, além das suas formas de interpretação devem ser consideradas como parte dos conteúdos a serem aprendidos nas classes de ciências e como tema de investigação para a didática das ciências.

Apesar da importância e da presença recorrente desse conteúdo nas disciplinas das ciências naturais, diversos estudos têm mostrado dificuldades dos estudantes na interpretação de gráficos cartesianos.

A interpretação de gráficos cartesianos no âmbito escolar e, mais especificamente, no ensino-aprendizagem das disciplinas das ciências naturais encontra, entre os obstáculos para a formação dessa habilidade a

- a) fragmentação desse conteúdo procedimental; e
- b) dificuldade de se elaborar a estrutura operacional da habilidade.

Núñez (1999) chama a atenção para o fato de que o estudo de gráficos cartesianos, sem uma reflexão sobre os elementos comuns ou invariantes a esse processo, leva, no geral, ao desenvolvimento de um pensamento empírico, que no dizer de Davidov (1988) se orienta ao fenomenológico dos objetos dos conhecimentos.

Os estudantes têm dificuldades de interpretar, extrapolar valores das variáveis e compreender as equações descritas nos gráficos, assim como para relacionar os coeficientes de funções com as características geométricas de sua representação gráfica (PRÓ, 2003).

Diversos autores apontam para as dificuldades de estudantes em interpretar gráficos que representam situações concretas, destacando os casos em que os gráficos são interpretados como uma imagem literal da situação representada (LEINHARDT; ZALAVSKY; STEIN, 1990; DEULOFEU, 1993 e 1995; DOLORES; ALARCÓN; ALBARRÁN, 2002).

Dificuldades no processo de formação da habilidade de interpretar gráficos cartesianos podem relacionar-se a não explicitação da estrutura operacional para essa habilidade e torná-la, de forma consciente, objeto de formação. Como explica Núñez (2009), considerar o processo de formação de uma habilidade como uma atividade geral exige a tomada de consciência da estrutura operacional das ações, isto é, os componentes invariantes que possibilitam uma orientação que toma como base o essencial nos processos de interpretar gráficos cartesianos. Essa perspectiva pode diminuir os efeitos da fragmentação e falta de sistematização nos estudos de gráficos cartesianos no ensino médio.

Nas diferentes disciplinas, seu estudo se dá, em sua maioria, de forma fragmentada sem revelar o comum e essencial, de forma empírica e, desse modo, limitando o poder de transferência da aprendizagem e do pensar de forma teórica. Cada caso se estuda como algo particular, sem se revelar uma essência comum que as une. Essa forma de organização do conteúdo estimula o pensamento empírico que, segundo Davidov (1988), está ligado diretamente à atividade prática e social das pessoas.

O estudo tem como objetivo geral organizar o conteúdo relativo ao procedimento “interpretar gráficos cartesianos” sob o enfoque sistêmico estrutural-funcional desenvolvido por Reshetova (1989) – referência nos estudos da Teoria da Assimilação de P. Ya. Galperin – como contribuição ao desenvolvimento do pensamento teórico¹ dos estudantes. Sendo assim, define-se as seguintes questões de estudo:

- a) como organizar o conteúdo procedimental da habilidade de interpretar gráficos cartesianos sob o enfoque sistêmico?; e
- b) há possibilidade de encontrar uma invariante que revele a estrutura operacional da habilidade de interpretar gráficos cartesianos?

A organização sistêmica do conteúdo

A utilização de uma metodologia para formação de habilidades que contribua com o desenvolvimento do pensamento teórico requer que pensemos a organização dos conteúdos sob o enfoque da organização sistêmica, desenvolvida pela escola Histórico-Cultural na perspectiva dialética. O enfoque sistêmico tem sido desenvolvido por N. G. Sálmina (1988) e Z. A. Reshetova (1989) como resposta à estruturação dos conteúdos no contexto da aprendizagem, baseada na Teoria da Assimilação de P. Ya. Galperin. Neste trabalho, a atenção está centrada no enfoque sistêmico, denominado funcional-estrutural, desenvolvido por Reshetova (1989).

Dalyaeva e Reshetova (1989) explicam que o princípio mais importante da análise sistêmica é a análise do objeto de estudo como um método, como um sistema determinado qualitativamente e no qual se revelam as propriedades sistêmicas integrativas.

¹ Davidov (1988) caracteriza o pensamento teórico como o método da ascensão do abstrato ao concreto, do geral para o particular. Na lógica da formação do pensamento teórico, a formação dos conceitos vai do universal, do geral, para suas manifestações particulares. Trata-se de desenvolver uma relação principal geral que caracteriza o conceito, de modo a encontrar como essa relação surge em outras situações específicas.

Para Reshetova (1989), o tipo sistêmico do pensamento científico não só é essencial para a solução de problemas práticos da atividade transformadora. A solução exitosa e criativa, abalizada e responsável por muitos problemas da atividade profissional, em qualquer campo de trabalho, está relacionada à capacidade de pensar de forma sistêmica.

O enfoque sistêmico desenvolvido por Reshetova (1989) reflete o objeto de estudo como sistema, sua estrutura, as possíveis variantes de sua existência, as leis, os limites de estabilidade e as propriedades essenciais do sistema. Esse enfoque se sustenta na dialética das categorias essência e fenômeno. No enfoque sistêmico funcional-estrutural, a diversidade de fenômenos particulares (gráficos cartesianos) estudados se expressa por meio de sua essência, denominada invariante ou modelo da atividade. Isso quer dizer que a estrutura interna do objeto de estudo como formação estável tem um determinado sistema de qualidades e conserva nele toda a diversidade de variantes concretas de sua essência ao representar núcleos estáveis do conteúdo. Dessa forma, a essência ou invariante, como conteúdo procedimental, passa a ser o objeto de assimilação, o que possibilita o caminho do abstrato ao concreto. A diversidade de gráficos cartesianos é estudada como uma manifestação de uma essência comum.

No enfoque de Reshetova, é descrito o objeto de estudo em seu nível mais desenvolvido, em sua totalidade. Destaca-se nele sua composição e estrutura que garantem seu funcionamento em um sistema maior. Nesse enfoque, o tipo do enlace principal entre os elementos do sistema é o estrutural-funcional, sendo estes os formadores do sistema. Destacam-se as características funcionais-estruturais estáveis de cada nível do sistema, chamadas de invariantes, as quais representam os núcleos generalizadores, que são a essência do conhecimento ou habilidade geral a formar nos alunos, isto é, o objeto de assimilação.

Com esse tipo de enfoque, a diversidade de gráficos cartesianos é estudada a partir da essência que os unifica. Estuda-se cada gráfico como uma manifestação da essência ou invariante. É o caminho do abstrato para o concreto, para voltar ao abstrato. Isso eleva, substancialmente, as possibilidades de o aluno pensar em nível teórico.

Esse tipo de análise sistêmica pressupõe a apresentação do objeto de assimilação como um objeto complexo. Sua finalidade é detectar o mecanismo de sua origem, seu funcionamento e o seu desenvolvimento em suas características internas e externas. O objeto complexo é interpretado como uma formação integrada, no qual as propriedades integradas específicas não se reduzem às propriedades de seus componentes.

O objeto de estudo é considerado como um conjunto de subsistemas estruturais hierarquizados em níveis, com invariantes em cada nível. É necessário que o objeto representado pelo conteúdo da disciplina seja descrito, empregando três tipos de linguagens:

- a) a linguagem referente às categorias do enfoque sistêmico, empregando conceitos como “sistema”, “meio”, “subsistema”, “nível”, “propriedade”, “vínculo” etc. Em relação à linguagem da ciência particular, ela se constitui em uma metalinguagem e não em um substituto da linguagem própria da ciência;
- b) a linguagem própria da ciência particular, que é descrita como um sistema de conceitos e categorias próprias ao objeto de estudo; e
- c) uma linguagem específica vinculada ao tema da ciência particular (os conceitos, as teorias etc.).

Como explica Núñez (2009), com o estudo do conteúdo a partir de uma estruturação sistêmica, evita-se o excesso de conteúdos no programa da disciplina, enquanto a capacidade informacional não se reduz, pelo contrário, aumenta, dado que a apropriação da invariante

permite avaliar, de forma independente, qualquer novo caso particular que estabelece uma relação com a essência assimilada (invariante).

Metodologia da pesquisa

A estruturação sistêmica do conteúdo relativo à invariante da habilidade de interpretar gráficos cartesianos se desenvolve pela via da análise teórica da atividade desenvolvida por Talízina (1988). O método teórico da atividade tem como finalidade encontrar o invariante na diversidade de procedimentos para interpretar gráficos cartesianos, analisando, em cada caso, os componentes estruturais da atividade definidos por Leontiev (1989), quais sejam: o objeto, o motivo, o objetivo, o sistema de operações, os meios, as condições de realização e o produto. Uma análise da estrutura das diferentes atividades possibilita determinar os componentes que compartilham em comum.

A aplicação do método leva às seguintes etapas:

- a) levantamento, na literatura, da diversidade de metodologias discutidas para interpretar gráficos cartesianos em diferentes disciplinas na área das Ciências Naturais (diversidade de possibilidades que constituem as manifestações de uma essência comum);
- b) identificação, nessa diversidade, dos casos típicos para análise;
- c) análise estrutural de cada metodologia de interpretar gráficos, segundo os componentes da atividade; e
- d) identificação da invariante no conjunto de metodologias.

Essas análises, de natureza qualitativa, foram desenvolvidas por dois pesquisadores na construção de um consenso e validadas por um especialista no ensino de Ciências Naturais.

Resultados

Como parte do estudo, a revisão bibliográfica inicial permitiu realizar um levantamento de um grupo de vinte estudos sobre interpretação de gráficos e gráficos cartesianos na área das Ciências Naturais. Os estudos relacionados à interpretação de gráficos cartesianos se fundamentam em diferentes perspectivas, tais como a aprendizagem como processamento de informação, na perspectiva histórico-cultural e na perspectiva cognitiva. Essa diversidade não constitui obstáculo algum para o nosso estudo, uma vez que a finalidade é identificar os componentes estruturais (ações) que compartilham em comum.

Desse levantamento, foram selecionadas dez metodologias para interpretar gráficos, que foram objeto da análise, aplicando o método teórico da atividade. Como cada metodologia expressa um tipo de atividade, foram estruturadas segundo os componentes da atividade, como mostram os Quadros 1 e 2.

Nesses quadros, observa-se que são analisadas as ações que implicam a interpretação de gráficos cartesianos uma vez que os objetivos são comuns para todos, enquanto os motivos podem ser diversificados. Esse recorte, de natureza metodológica, desobriga a análise dos outros componentes da atividade, tais como: sujeito, objeto, ferramentas da atividade e produto da atividade. Considera-se, nesta etapa do estudo, a estrutura de ações da habilidade de interpretar os gráficos cartesianos como representações de fenômenos e processos nas Ciências Naturais. Essa discussão possibilitará a construção da invariante procedimental.

Objetivo	INTERPRETAR GRÁFICOS CARTESIANOS						
Motivo	COMPREENDER O CONTEÚDO DE UM GRÁFICO CARTESIANO						
Autores	Janvier (1978)	Mackenzie e Padilla (1986)	Wainer (1992)		Ainley, Nadi e Pratt (2000)	Postigo e Pozo (2000)	
Ações	a) Localizar pontos extremos; b) Localizar situações de crescimento, decrescimento e constância; c) Classificar e quantificar as variações; d) Localizar e quantificar a maior e/ou a menor variação; e) Localizar o valor da frequência da categoria do eixo das abscissas; f) Localizar o valor da frequência da categoria do eixo das ordenadas; g) Extrapolar os valores; h) Avaliar médias; e i) Compor grupos.	a) Determinar as coordenadas correspondentes a um ponto; b) Identificar as variáveis e manipulá-las; c) Interpolar e/ou extrapolar os dados; d) Identificar as tendências; e e) Descrever a interrelação entre as variáveis	Nível elementar	Extração de dados ou a leitura de pontos isolados.	a) Dependência entre dados bivariados (correlação); b) Inter-relação visual contínua entre a sucessão de pontos (linearidade); c) Possibilidades de interpolação; d) Possibilidades de extrapolação; e e) Conexão entre a dependência apresentada entre os grupos de dados e a inter-relação entre as variáveis experimentais.	Nível explícito	a) Determinar variáveis e classificá-las; b) Ler os valores das variáveis; e c) Propor um título.
			Nível intermediário	Detecção das tendências observadas em determinados intervalos do gráfico.		Nível implícito	a) Expressar a relação entre as variáveis; b) Identificar padrões e tendências; e c) Manipular, decodificar e/ou definir as convenções, os termos, as legendas ou os símbolos
			Nível elevado	Compreensão profunda sobre a estrutura dos dados e de seu comportamento.		Nível conceitual	a) Construir conclusões, a partir das informações; b) Explicar fenômenos, a partir das informações; e c) Prever o comportamento das variáveis.
Produto	INTERPRETAÇÃO DE GRÁFICOS CARTESIANOS						

Quadro 1: Análise funcional-estrutural da atividade de interpretação de gráficos cartesianos

Objetivo	INTERPRETAR GRÁFICOS CARTESIANOS				
Motivo	COMPREENDER O CONTEÚDO DE UM GRÁFICO CARTESIANO				
Autores	Frield; Curcio; Bright (2001)	Shah e Hoeffner (2002)	García e Palacios (2007)	Dolores e Cuevas (2007)	Núñez; Hernández e Aranda (2009)
Ações	<p>a) Questionamentos que visem extrair toda a informação possível dos dados do gráfico;</p> <p>b) Questionamentos que buscam relações entre os dados apresentados no gráfico; e</p> <p>c) A extrapolação a partir dos dados, analisando as relações implícitas para poder prever ou generalizar.</p>	<p>a) Codificar a matriz visual da representação e determinar quais são as características visuais mais importantes na mesma.</p> <p>b) Implementar estas características visuais do gráfico com o significado conceitual que cada uma delas representa; e</p> <p>c) Determinar as referências para cada um dos conceitos associados com as características visuais e o estabelecimento das relações entre os conceitos e as funções.</p>	<p>a) Identificar e classificar cada variável;</p> <p>b) Extrapolar o valor que as variáveis podem tomar;</p> <p>c) Comparar o valor tomado pelas variáveis em dois pontos diferentes;</p> <p>d) Identificar um ponto para o qual se cumprem determinadas condições;</p> <p>e) Formular um título para o gráfico;</p> <p>f) Determinar a expressão mais adequada para descrever a relação apresentada;</p> <p>g) Determinar como varia uma variável em relação a outra;</p> <p>h) Determinar o tipo de proporcionalidade;</p> <p>i) Estabelecer qual será seu comportamento no caso de relações não proporcionais;</p> <p>j) Manejar, decodificar e/ou definir as convenções, termos, legendas ou símbolos;</p> <p>k) Elaborar conclusões pertinentes;</p> <p>l) Formular explicações que relacionem o fenômeno com os padrões de comportamento das variáveis;</p> <p>m) Determinar o valor de uma das variáveis a partir da aplicação de uma expressão algébrica;</p> <p>n) Estimar o valor das variáveis; e</p> <p>o) Comparar os valores estimados com os valores das variáveis.</p>	<p>a) Identificar as variáveis;</p> <p>b) Localizar pontos no plano e determinar os intervalos de variação;</p> <p>c) Fazer comparações e operações entre os estados finais e iniciais;</p> <p>d) Determinar se o gráfico cresce, decresce ou permanece constante; e</p> <p>e) Identificar as variações da variável dependente em relação à variável independente.</p>	<p>a) Fazer correspondência de valores entre eixos;</p> <p>b) Interpolar;</p> <p>c) Fazer incremento entre os pontos de uma linha;</p> <p>d) Comparar seção de uma linha;</p> <p>e) Extrapolar;</p> <p>f) Colocar título no gráfico;</p> <p>g) Obter conclusões;</p> <p>h) Inferir a tendência do gráfico; e</p> <p>i) Comparar seções e pontos de duas linhas distintas.</p>
Produto	INTERPRETAÇÃO DE GRÁFICOS CARTESIANOS				

Quadro 2: Análise funcional-estrutural da atividade de interpretação de gráficos cartesianos (continuação)

Da análise das ações de cada caso apresentado nos Quadros 1 e 2, seguimos, agrupando as ações que, sob o enfoque aplicado, eram semelhantes, ou seja, o que implica interpretar os gráficos de forma invariante. Nessa etapa, a variedade de ações foi agrupada seguindo critérios estabelecidos. Para cada grupo de ações semelhantes, discutimos e determinamos uma ação que as representasse, ou seja, a essência, o invariante, daquele conjunto de ações. Cada grupo de ações identificadas e seu respectivo invariante, estão representados no Quadro 3.

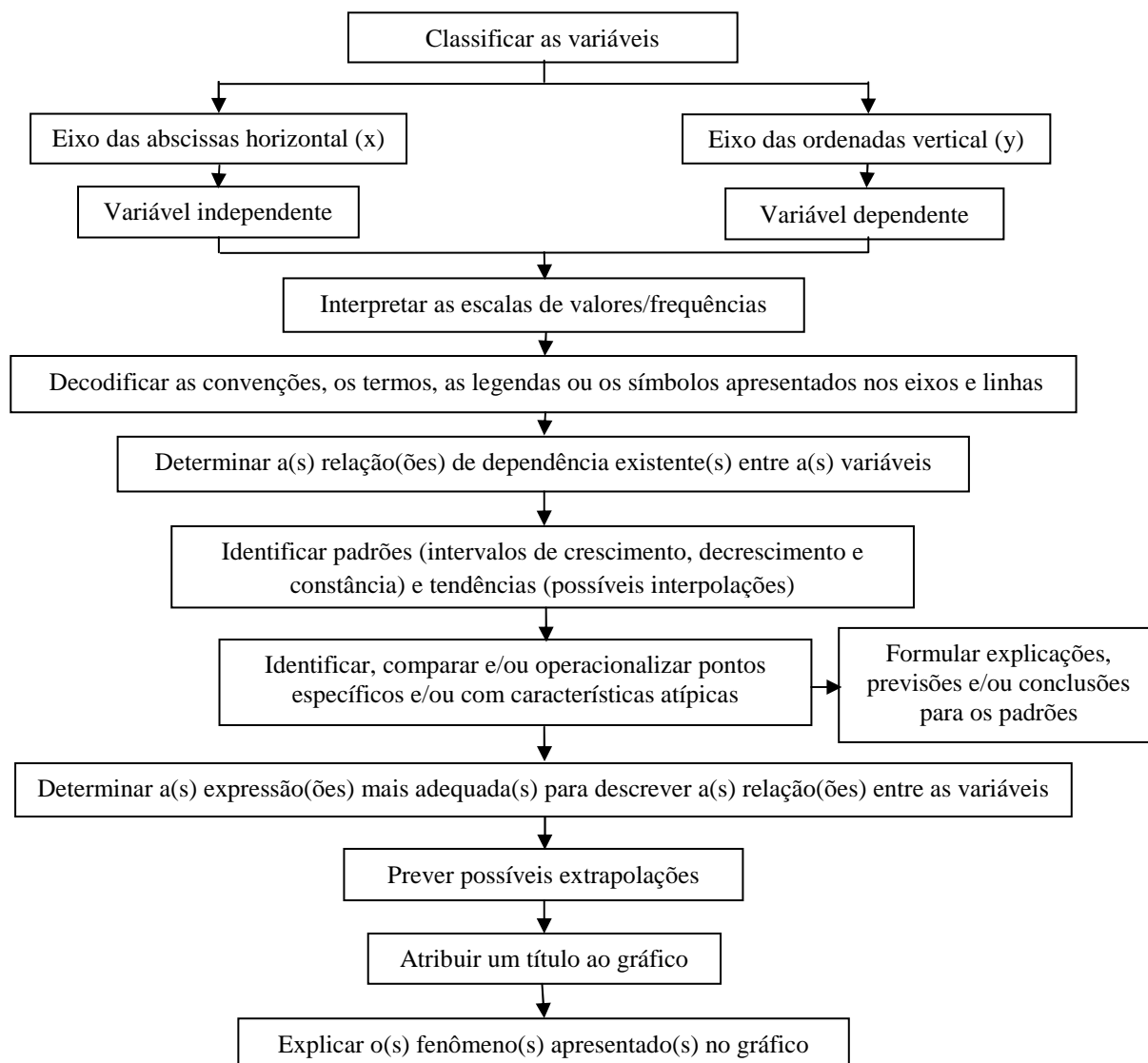
Ações	Invariante
a) Determinar o nome das variáveis e classificá-las; b) Identificar variáveis; c) Identificar e classificar cada uma das variáveis; d) Identificar que variáveis estão representadas; e e) Identificar as variáveis e manipulá-las adequadamente.	<i>Classificar as variáveis como dependente ou independente.</i>
a) Ler os valores das variáveis relacionadas no gráfico; e b) Ler os dados.	<i>Definir as escalas de valores/frequências utilizadas em cada um dos eixos cartesianos.</i>
a) Manipular, decodificar e/ou definir as convenções, os termos, as legendas ou os símbolos que acompanham o gráfico; b) Implementar as características visuais do gráfico com o significado conceitual do que cada uma delas representa; e c) Manejar, decodificar e/ou definir as convenções, termos, legendas ou símbolos que acompanham o gráfico.	<i>Interpretar as convenções, os termos, as legendas ou os símbolos presentes no gráfico.</i>
a) Expressar o tipo de relação entre as variáveis; b) Identificar as relações; c) Estabelecer a correspondência de valores entre eixos; d) Estabelecer a dependência entre dados bivariados; e) Fazer questionamentos que buscam relações entre os dados apresentados no gráfico; f) Identificar as variações da variável dependente em relação à variável independente; g) Descrever a inter-relação entre as variáveis; h) Determinar como varia uma variável em relação à outra; i) Determinar o tipo de proporcionalidade, ou não proporcionalidade, que se apresenta entre as variáveis; j) Identificar padrões e tendências no gráfico; k) Detectar as tendências observadas em determinados intervalos do gráfico; l) Identificar as tendências presentes no gráfico; m) Localizar situações de variação: crescimento, decrescimento e constância; e n) Determinar se o gráfico cresce, decresce ou permanece constante.	<i>Identificar a relação existente entre as variáveis e os padrões e tendências presentes no gráfico.</i>
a) Construir conclusões, a partir das informações do gráfico; b) Elaborar sínteses conceituais; c) Elaborar explicações; d) Elaborar previsões; e) Classificar a relação; f) Obter conclusões; g) Manifestar compreensão profunda sobre a estrutura dos dados e de seu comportamento; h) Formular explicações que claramente relacionem o fenômeno a explicar com os padrões de comportamento das variáveis apresentadas.	<i>Formular explicações, previsões e/ou conclusões para os padrões de comportamento das variáveis.</i>
a) Interpolar; b) Identificar possibilidades de interpolação: ou seja, que dados não disponíveis podem ser relacionados com os dados disponíveis. c) Interpolar os dados da representação gráfica; e d) Fazer Incremento entre os pontos de uma linha.	<i>Identificar possíveis interpolações entre os dados apresentados.</i>

<ul style="list-style-type: none"> a) Comparar seção de uma linha; b) Comparar o valor tomado pelas variáveis em dois pontos diferentes; c) Classificar as situações de variação; d) Quantificar as situações de variação; e) Localizar pontos no plano e determinar os intervalos de variação; f) Comparar seções de duas linhas distintas; g) Comparar pontos de duas linhas distintas; h) Localizar pontos extremos; i) Extrair dados ou fazer a leitura de pontos isolados; j) Localizar e quantificar a maior e/ou a menor variação; k) Fazer comparações e operações entre os estados finais e iniciais; l) Identificar um ponto na linha gráfica para o qual se cumprem; determinadas condições; m) Determinar as coordenadas correspondentes a um ponto; e n) Reconhecer termos. 	<p><i>Identificar pontos específicos e/ou com características atípicas.</i></p>
<p>Determinar qual é a expressão mais adequada para descrever a relação entre as variáveis</p>	<p><i>Determinar qual é a expressão mais adequada para descrever a relação entre as variáveis.</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> a) Prever o comportamento das variáveis em fenômenos relacionados com as informações do gráfico; b) Extrapolar; c) Extrapolar o valor que as variáveis podem tomar em pontos não representados na linha do gráfico; d) Predizer o comportamento de um sistema relacionado através do uso da analogia global; e) Identificar possibilidades de extrapolação; f) Extrapolar os valores do gráfico; g) Extrapolar os dados da representação gráfica; e h) Extrapolar a partir dos dados, analisando as relações implícitas para poder predizer ou generalizar. 	<p><i>Prever as possibilidades de extrapolação dos dados apresentados.</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> a) Propor um título para o gráfico que tenha relação com as variáveis representadas; b) Atribuir um título ao gráfico; c) Colocar título no gráfico; e d) Formular um título para o gráfico. 	<p><i>Atribuir um título adequado ao gráfico em função das relações entre as variáveis envolvidas.</i></p>

Quadro 3: Invariantes das ações que organizam a invariante de interpretar gráficos cartesianos

As ações apresentadas por cada um dos autores citados nos Quadros 1 e 2, as quais categorizamos no Quadro 3, levam-nos a propor uma estrutura invariante que representa a estrutura de ações ou modelo da atividade para a interpretação de gráficos cartesianos num enfoque sistêmico.

A estrutura invariante de ações revela a essência das ações das diferentes metodologias. Embora se possa representar por um conjunto de ações, numa sequência lógica, como mostrado no Esquema 1, não se trata de uma sequência algorítmica, mas de etapas a serem consideradas e ensinadas, como parte da atividade de interpretar gráficos cartesianos em qualquer disciplina das Ciências Naturais. Agora, o objeto da assimilação não são os casos particulares, mas um procedimento invariante que constitui uma orientação teórica para a atividade. É certo que o invariante diz respeito a um conteúdo procedimental que não se separa do conteúdo conceitual, o qual fornece os elementos de significação e sentido para a interpretação do processo representado nos gráficos.



Esquema 1: Estrutura da habilidade de interpretar gráficos cartesianos

Refletida num enfoque sistêmico, o invariante determinado de interpretação de gráficos cartesianos se orienta para formação de uma habilidade geral com possibilidades de superar a fragmentação de conteúdos e contribuir com o desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes. Dessa forma, o núcleo da estrutura apresentada como uma possibilidade é um elemento estruturador do conteúdo que possibilita olhar em cada gráfico a essência teórica da interpretação.

Esse é o esquema, o modelo, que os estudantes podem usar para interpretar os gráficos cartesianos. Constitui, pois, na orientação teórica, um apoio de natureza externa, que serve de apoio no processo de formação da habilidade de interpretar gráficos cartesianos.

Considerações finais

Estando a interpretação de gráficos cartesianos entre os conteúdos que os estudantes possuem grandes dificuldades, como também baseado na necessidade de ampliar a proposição de

trabalhos que tratem dessa temática, principalmente envolvendo novas metodologias para o seu ensino-aprendizagem, o estudo vem contribuir com uma proposta de metodologia para desenvolver, nas aulas de Ciências Naturais, a habilidade da interpretação de gráficos cartesianos. Estudos como o de Núñez (1999) mostraram que a organização sistêmica do conteúdo procedimental possibilita organizar o ensino de forma tal que contribua com o desenvolvimento do pensamento teórico, o que significa que os estudantes possam pensar não só na base dos gráficos como representações externas, mas na interpretação com base em um modelo teórico.

Essa nova forma de se organizar e estruturar os conteúdos procedimentais, por sua vez, pode contribuir com a metacognição e com o desenvolvimento da capacidade de aprender a aprender, uma vez que, com essa proposta, se aprende de forma consciente, segundo uma orientação teórica a qual, segundo Núñez (2009), aumenta substancialmente a transferência de aprendizagens.

Referências

AINLEY, J.; NADI, H.; PRATT, D. The construction of meaning for trend in active graphing. **International Journal of Computers for Mathematical Learning**, v. 5, n. 2, p. 85-114, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM)**. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

DALYAEVA, S. A.; RESHETOVA, Z. A. problemas de la unidad de los conocimientos fundamentales y profesionales y la estructura de una asignatura en el CES. In: RESHETOVA, Z. A. **Análisis sistêmico aplicado a la Educación Superior**. La Habana: CEPES, 1989, p. 21-38.

DAVIDOV, V. V. **La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico: investigación psicológica teórica y experimental**. Moscu: Progreso, 1988.

DEULOFEU, J. **Els gràfics cartesianes de funcions: um estudi de lês concepcions dels alumnes centrat em El significat Del gràfic**. 1993. Tese de doutorado (Didática da Matemática), Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, 1993.

_____. Concepciones de los alumnos de secundaria sobre distintas gráficas de funciones. **Revista de Didáctica de las Matemáticas**, v. 4, p. 6-16, 1995.

DOLORES, C.; ALARCÓN, G.; ALBARRÁN, D. Concepciones alternativas sobre las gráficas cartesianas Del movimiento: El caso de La velocidad y La trayectoria. **Revista Latinoamericana de Investigación em Matemática Educativa**, v. 16, n. 3, p. 225-250, 2002.

DOLORES, C.; CUEVAS, I. Lectura e interpretación de gráficas socialmente compartidas. **Revista Latinoamericana de Investigación em Matemática Educativa**, v. 10, n.1, p. 69-96, 2007.

FRIED, S. N., CURCIO, F; BRIGHT, G. W. Making sense of graphs: critical factors influencing comprehension and instructional implications. **Journal for Research in Mathematics Education**. v. 32, n. 2, p. 124-158, 2001.

GARCÍA, J. J.G.; PALACIOS, F. J. P. ¿Influye la formación académica de los estudiantes en su comprensión de las representaciones gráficas cartesianas? **Enseñanza de las Ciencias**, España, número extra, VII congreso, p. 1-5, 2005.

- GARCÍA, J. J.G.; PALACIOS, F. J. P. ¿Comprenden los estudiantes las gráficas cartesianas usadas en los textos de ciencias? **Enseñanza de las Ciencias**, España, v. 25, n. 1, p. 107-132, 2007.
- JANVIER, C. **The interpretation of complex cartesian graphs representing situations – studies and teaching experiments**. Tese de Doutorado (D.Phil). University of Nottingham, 1978.
- LEINHARDT, G.; ZALAVSKY, O.; STEIN, M.K.. Functions, Graphs, and Graphing: Tasks, Learning, and Teaching. **Review of Educational Research**, v. 1, n. 60, p. 1-64, 1990.
- LEONTIEV, A. N. El problema de la actividad en la psicología. In: COLECTIVO DE AUTORES. **Temas sobre la actividad y la comunicación**. Psicología Social. La Habana: editorial de Ciencias Sociales, 1989, p. 259-298.
- MACKENZIE, D. L.; PADILLA, M. J. The construction and validation of the graphing in science (togs). **Journal of Research in Science Teaching**, v. 7, n. 23, p. 571-579, 1986.
- NÚÑEZ, I. B. La formación de habilidades en Química General en la perspectiva de la teoría de P. Ya. Galperin, como actividad de construcción de conocimientos. **Química Nova**, v. 22, n. 3, p. 429-444, 1999.
- NÚÑEZ, I. B. **Vygotsky, Leontiev e Galperin: formação de conceitos e princípios didáticos**. Brasília: Líber Livro, 2009.
- NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L. As habilidades gerais: reconhecer, interpretar, tomar decisões, calcular, aplicar e explicar na prova do ENEM 2009. In: **Aprendendo com o ENEM: reflexões para melhor se pensar o ensino e a aprendizagem das ciências naturais e da matemática**. Brasília: Líber Livro, 2011.
- NÚÑEZ, F.; HERNÁNDEZ, R. B.; ARANDA, R. C. Capacidades del alumnado de educación secundaria obligatoria para la elaboración e interpretación de gráficas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 27, n. 3, p. 447-462, 2009.
- POSTIGO, J; POZO, J. I. Cuando una gráfica vale más que 1000 datos: la interpretación de gráficas por alumnos adolescentes. **Infancia y Aprendizaje**, n. 90, p. 89 – 110, 2000.
- PRÓ, A. La enseñanza y el aprendizaje de la física. In: ALEIXANDRE, M. P. J. (coord.); et al. **Enseñar ciencias**. Barcelona: Editora GRAÓ, 2003. p. 175-202.
- RESHETOVA, Z. A. **Análisis sistémico aplicado a la Educación Superior**. La Habana: CEPES, 1989.
- SÁLMINA, N. G. **La actividad cognoscitiva de los alumnos y modo de construir la asignatura**. La Habana: CEPES, 1988.
- SHAH, P.; HOEFFNER, J. Review of graph comprehension research: implications for instruction. **Educational Psychology Review**, v. 14, n. 1, 2002.
- TALÍZINA, N. F. **Psicología de la enseñanza**. Moscú: Editorial Progreso, 1988.
- WAINER, H. Understanding graphs and tables. **Educational Researcher**, n. 21, p. 14-23, 1992.