

**EXERCÍCIOS, CIÊNCIA NORMAL E ORGANIZADORES PRÉVIOS:
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE MATEMÁTICA**

Maria Aparecida da Silva Rufino^{1, 2}; José Roberto da Silva¹

¹Universidade de Pernambuco, ²Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco
aparecidarufino@hotmail.com; jrobertosilva@bol.com.br

Resumo

A resolução de problemas embora seja um tema bem difundido continua trazendo grandes contribuições para o ensino das ciências e matemáticas. Neste estudo, procura-se fazer um paralelo aproximativo entre a atividade de resolução de exercícios e a atividade dos cientistas no período de ciência normal conforme Kuhn (2003) no intento de obter com isso tanto ganhos epistemológico e cognitivo como subsídios que tornem o uso adequado dessas atividades próximas aos organizadores prévios no marco da teoria de Ausubel (2002). O trabalho, metodologicamente é qualitativo do tipo pesquisa teórica conceitual e investe na análise crítico-comparativa entre dois modelos, segundo Mendes e Tachizawa (2000). Diante do marco teórico adotado, organizou-se um pequeno quadro, elegendo características para justificar que a atividade de resolução de exercícios pode servir como ponte cognitiva para a resolução de problemas.

Palavras chave: Resolução de Exercício, Organizador Prévio, Ciência Normal.

1. Introdução

Na atualidade, não são pouco os trabalhos que pontuam consideráveis implicações sobre o campo de estudo da Resolução de Problemas (RP) no ensino das ciências e matemáticas basta observar seu alcance nos livros didáticos para perceber seu reconhecimento. Porém, como afirma Branca (*apud* Krulik & Reys, 1997, p. 4) trata-se de "... uma expressão abrangente e que pode significar diferentes coisas para diferentes pessoas ao mesmo tempo e diferentes coisas para as mesmas pessoas em diferentes ocasiões". Por outro lado, Pozo e Postigo (1993, p. 16) assinalam que "um problema é, de certa forma, uma situação nova ou diferente do que já foi aprendido, que requer a utilização estratégica de técnicas já conhecidas".

Os alunos parecem necessitar de experiências que antecedam as tarefas, envolvendo a RP, na intenção de poder lidar com as já referidas técnicas que geralmente são adquiridas e/ou aprimoradas a partir da vivência com exercícios. Dessa forma, a impressão de que há pouco ou nenhum benefício na utilização de exercícios enquanto atividade escolar, pode ser um equívoco, por exemplo, quanto à aquisição dos procedimentos e/ou técnicas matemáticas se aplicados, adequadamente, os exercícios podem auxiliar o desempenho dos alunos na RP.

Daí, torna-se importante salientar que **não se almeja priorizar um ensino centrado em listas exaustivas de exercícios repetitivos** e sim, explorá-los como destaca Echeverría (1998), sem ter finalidade exclusiva na repetição de uma dada técnica, geralmente, visando à apresentação de um exemplo modelo, **mas para viabilizar também, com seus procedimentos, as bases de sustentação dessas técnicas.**

O propósito deste estudo, em síntese, é fazer uma analogia, guardadas as devidas proporções, entre a atividade dos cientistas no período de Ciência Normal, proposto por Kuhn (2003) e a tarefa da resolução dos exercícios escolares por parte dos alunos, com vistas a uma melhor compreensão quanto aos alcances, limites e benefícios cognitivos

dessa tarefa. A caracterização dessa compreensão foi trazida no marco da teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2002), em especial, segundo a ideia de organizadores prévios na perspectiva de que os exercícios podem servir de pontes cognitivas, ativando e fortalecendo os subsunçores que povoam as ideias dos alunos. Por outro lado, quando esses subsunçores não existirem, os exercícios podem auxiliar sua elaboração, possibilitando algum tipo de relação (ou mesmo associação) destes com as novas informações contidas nos problemas.

2. Exercícios, Ciência Normal e Organizadores Prévios

As características das ideias de exercício e problema têm sido usadas tanto para distingui-las como para aludir, de forma indireta, uma a partir da outra. Conforme a ordem anterior, por exemplo, nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's, 1998, p. 41) "O problema certamente não é um exercício em que o aluno aplica, de forma quase mecânica uma fórmula ou um processo operatório", para Lester (*apud* ECHEVERRÍA e POZO, 1998, p. 15) problema diz respeito a "uma situação que um indivíduo ou um grupo quer ou precisa resolver e para a qual não dispõe de um caminho rápido e direto que o leve à solução".

No âmbito matemático, isto não chega a ser tão diferente, pois Bagazgoitia *et al.* (1997, p. 9) traz de Wallace e Johnson que nos problemas matemáticos há "uma situação que supõe uma meta e, para alcançá-la existem obstáculos, requer deliberação e se parte do algoritmo desconhecido para resolver o problema" e que "a situação é usualmente quantitativa ou requer técnicas matemáticas para sua resolução". Em síntese, isto alude a diferença entre situações associadas ao procedimento algoritmo em si, e aqueles que a priori, não o possuem, as primeiras são os exercícios, enquanto que a segunda serão os verdadeiros problemas matemáticos. De certo modo, segundo Echeverría e Pozo (1998), isto remete à classificação não recente de Wertheimer envolvendo dois tipos de raciocínios sobre a RP, um *reprodutivo* centrado na aplicação de métodos conhecidos, o outro, *produtivo* e procura novas formas de solucionar certo problema, portanto, enfoca a produção de conhecimento.

As informações aqui apresentadas sobre RE e RP representam muito mais num *continuum* que uma *dicotomia* educacional cujos limites, geralmente, nem sempre são fáceis de ser estabelecidos. Daí, faz-se mister lembrar que tanto os aspectos relacionados à natureza da tarefa em si como as relações existentes entre o indivíduo e a tarefa a ser realizada precisam ser levados em consideração, uma vez que este conjunto determina se uma mesma situação representa para alguém um exercício simples ou diz respeito a um problema. Na intenção de organizar de forma sucinta as argumentações trabalhadas neste item elaborou-se, o mapa conceitual (figura 1), cabe segundo Moreira (2006) lembrar que estes refletem apenas à compreensão do autor, portanto, é sempre *um mapa* e não *o mapa conceitual*.

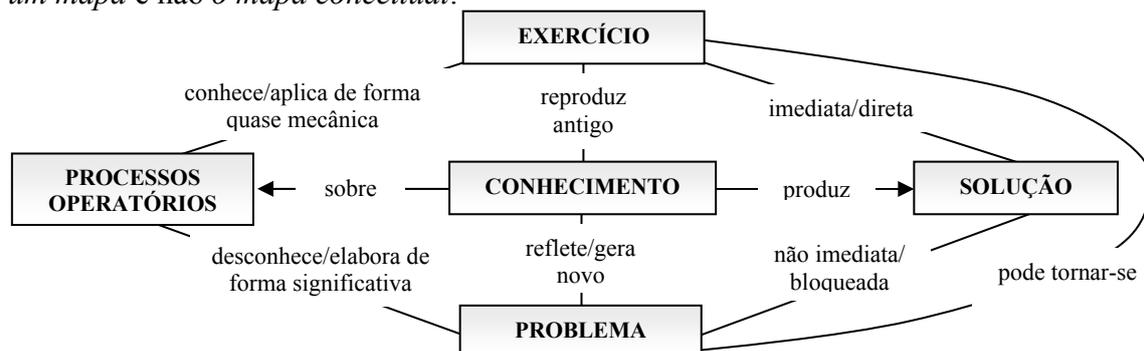


Figura 1: Um mapa conceitual sobre as diferenças entre exercício e problema

A Epistemologia de Thomas Kuhn e o período de Ciência Normal

O conceito de **paradigma** trata-se de algo fundamental nessa epistemologia e, para Kuhn, (2003, p. 13): “são realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência”. No entanto, o próprio Kuhn apresenta dois sentidos para este conceito, um mais abrangente designa o conjunto de compromissos de pesquisas de uma comunidade científica (*matriz disciplinar*), o outro mais específico remete as soluções concretas de problemas enfrentados por alunos desde o início de suas educação científica, nos laboratórios, exames ou no fim dos capítulos dos manuais científicos (*exemplar*).

Alves-Mazzotti e Gewandszajder (1998) destacam a importância dos exemplares para a apreensão dos conceitos científicos, o que de certo modo, encontra respaldo na afirmação “o conteúdo cognitivo da ciência, não está fundado nas teorias e nas regras, mas antes nos exemplos compartilhados fornecidos pelos problemas” (Kuhn, 2003, p. 235). Daí, lidar com realizações durante algum tempo numa comunidade científica específica aprimora os fundamentos para uso em práticas posteriores estabelecendo a **Ciência Normal**.

No intuito de pontuar considerações relevantes sobre possíveis implicações dos exercícios na compreensão de problemas e vice-versa, cabe trazer algo mais do período anterior. Ostermann (1999, p. 131) explica que a “Ciência Normal é uma tentativa de forçar a natureza a encaixar-se dentro dos limites preestabelecidos e relativamente inflexíveis do paradigma, ou seja, modelar a solução de novos problemas segundo os *problemas exemplares*”. Mesmo representando uma prática científica cumulativa sem descobertas importantes, nem mudanças fundamentais, em tal período, os *cientistas maduros*, apesar de estarem em atividade plena, problemas e soluções obtidas são moldados nos exemplares.

Há momentos que os quebra-cabeças, desse período de ciência normal, falham em relação aos resultados esperados, passando a ser considerados como anomalias e como pontua Chalmers (1993) gera um estado de crise na área de pesquisa, caracterizando o período chamado de **revolução científica**. A crise nesse período aumenta com o surgimento de paradigmas concorrentes com suas distintas questões significativas, por certo, a competição fica por conta da opção dos membros de certa comunidade científica. Diante das diferenças entre os paradigmas, seguramente, suas teorias não são logicamente compatíveis e, em decorrência disso, Kuhn traz a ideia de **incomensurabilidade**, que está relacionada em síntese, a impossibilidade de comparar teorias/paradigmas devido às visões distintas de um mesmo fenômeno por parte dos cientistas. Com o propósito de ser mais alcançado em termos dessas poucas, mas significativas alusões sobre a base epistemológica de Kuhn no que diz respeito aos interesses deste estudo foi elaborado um mapa conceitual (figura 2).

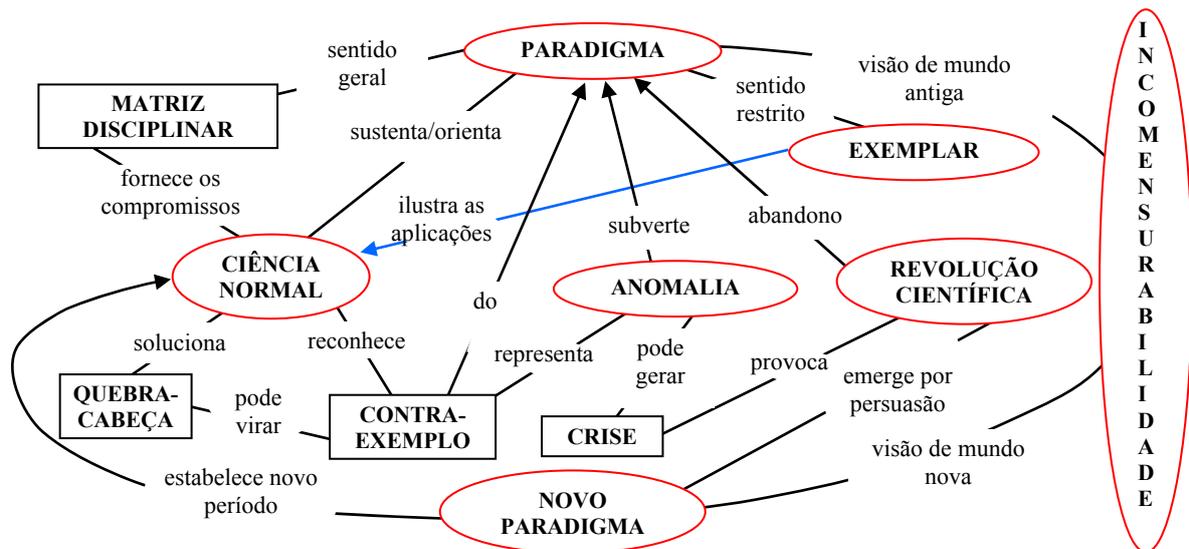


Figura 2: Um Mapa Conceitual sobre a Epistemologia de Kuhn (RUFINO, 2011)

A Aprendizagem Significativa e os Organizadores Prévios

A aprendizagem significativa de Ausubel (*apud* NOVAK, 1981, p. 56) “... é um processo no qual uma nova informação é relacionada a um aspecto relevante, já existente, na estrutura de conhecimento de um indivíduo”. Neste âmbito, o sucesso pedagógico didático das atividades docentes depende das situações criadas para identificar o que os alunos já sabem sobre o que se pretende ensinar e da forma que estas informações podem ser usadas para embasar adequadamente seus ensinamentos. Neste sentido organizacional, Ausubel (2002) pensou os *Organizadores Prévios* (OP) como uma estratégia fundamental para “manipular” a estrutura cognitiva e facilitar a aprendizagem, servindo de “ponte cognitiva”.

Devido à importância dos OP neste estudo, cabe trazer algo mais a respeito, Moreira (2006, p. 23), informa que “...são materiais introdutórios, apresentados antes do próprio material a ser aprendido, porém, em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade do que esse material”. Por sua vez, Ausubel (*apud* MOREIRA, 2006) faz alusão a duas formas de organizadores, uma não familiar, o *organizador expositivo*, embasado no que o aprendiz já sabe de outras áreas de conhecimento, usado para suprir a falta de conceitos, ideias ou proposições e a outra para a aprendizagem de material relativamente familiar (*organizador comparativo*), usado para integrar e/ou discriminar as novas informações: conceitos, ideias, ou proposições, sejam estas similares ou distintas existentes na estrutura cognitiva.

Moreira (2000) coloca que, para Ausubel, a assimilação de conceitos pelo processo da aprendizagem significativa se caracteriza por um processo ativo de relação, diferenciação e integração com os conceitos pertinentes que já existiam (subsúcores). Dessa forma, existem dois processos relacionados à ancoragem de conceitos durante a aprendizagem significativa: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Embasado nestas ideias acredita-se, que os exercícios podem funcionar como organizadores prévios, o que, neste estudo, está idealizada no mapa conceitual (figura 3) exposto a seguir:



Figura 3: Exercício Matemático um organizador prévio para a resolução de problemas

3. Aspectos Metodológicos

Metodologicamente, uma pesquisa de análise teórica conceitual, segundo Tachizawa e Mendes (2000) classifica-se em três níveis, dentre os quais este trabalho se aproxima mais do segundo que ele chamou de “análise crítica ou comparativa de uma obra, teoria ou modelos já existentes, a partir de um esquema conceitual bem definido” (p. 32).

O estudo envolve dois momentos, ambos de âmbito, especificamente, investigativo. No primeiro, investe-se na formulação de uma breve, mas cuidadosa alusão das três seguintes temáticas: *Problema x Exercício: um contínuo ou uma dicotomia*, *A Epistemologia de Thomas Kuhn e o período de Ciência Normal* e *A Aprendizagem Significativa e os Organizadores Prévios*, constituindo a base teórica. No segundo procura-se com os embasamentos obtidos no momento anterior, levantar aspectos (favoráveis/negativos) entre o período de ciência normal e os exercícios escolares na intenção de caracterizar a RE como organizador prévio para auxiliar uma aprendizagem significativa de matemática.

4. Ciência Normal X Exercícios Escolares: Uma Possível Analogia

O professor pode organizar atividades pedagógicas, explorando a RE como organizadores prévios para servir de ancoragem para a RP numa perspectiva ausubeliana, na intenção de poder “manipular” a estrutura cognitiva e favorecer a *aprendizagem significativa* dos alunos. O quadro 1 foi elaborado para destacar que o ato educativo, envolvendo a RE e o período de ciência normal, analisando o confronto das idealizações favoráveis e negativas pode conduzir de algum modo a caracterização de aspectos inerentes aos organizadores prévios.

	Atividade desenvolvida	Aspectos favoráveis	Aspectos negativos
Ciência normal	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Encontrar soluções para os fenômenos que devem ser modeladas segundo os problemas exemplares. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Viabiliza a articulação entre os fenômenos e teoria (paradigma) em termos do alcance, precisão que tal paradigma pode ser aplicado; ➤ Promove a prática de pesquisa mais aprofundada, detalhada, eficiente e cooperativa. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Restringe a visão do cientista em trazer novos tipos de fenômenos; ➤ Passa a impressão de uma prática científica muito cumulativa não se propondo a descobertas nem a mudanças fundamentais.
Exercícios escolares	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Encontrar soluções, utilizando técnicas previamente conhecidas nos exercícios modelos. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Consolidam habilidades básicas instrumentais sobre a aplicação, utilização e automatização de técnicas e procedimentos. ➤ Pode servir de ponte cognitiva como ancoragem para resolução de problemas (aprendizagem significativa). 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Restringe muito cognitivamente a visão cognitiva do aluno em trazer novos processos operatórios resolutivos; ➤ Raramente, técnicas usadas nos exercícios são empregadas em contextos distintos daqueles que foram aprendidas/exercitadas.

Diante, dos enfoques deste estudo, fica claro que lidar com a RP não é nada fácil e, análogo a isso seria explorar adequadamente a RE para ir além da aplicação de modelos como se faz geralmente no ensino da matemática, mas cabe idealizar outras formas que possam ser usadas, explorando os limites das ações em si e possibilidades cognitivas inerentes à RE?

5. Considerações finais

A opção de planificar um paralelo comparativo entre a atividade da RE com os cientistas no período de ciência normal tenta deixar claro que ambas tem importância para consolidação das habilidades técnicas básicas, qualificando o indivíduo para identificar com segurança sobre o que esperar de um fenômeno, sendo capaz de reconhecer quando algo saiu errado.

A atuação do professor neste contexto torna-se auxiliar o aluno, procurando compreender a linha de raciocínio que está sendo seguida por ele e sempre que se fizer necessário, intervir com indagações, tentando evidenciar aspectos que ajudem identificar se os subsunçores existentes em seu raciocínio são ou não suficientes para dar conta da atividade proposta.

Referências bibliográfica

Alves-Mazzotti, A. L. J. & Gewandszajder, F. (1998). *O método nas Ciências Naturais e Sociais: Pesquisa Quantitativa e Qualitativa*. São Paulo: Pioneira.

- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Padiós.
- Bagazgoitia, A. et al. (1997). *La Resolución de Problemas em las Matemáticas del Nuevo Bachillerato*. Bilbao: Universidad del País Vasco.
- Branca, A. B. Resolução de problemas como meta, processo e habilidade básica. In: Krulik, S., Reys, R. E.(orgs). (1977). *A Resolução de Problemas na Matemática Escolar*. São Paulo: Atual.
- BRASIL, Ministério da Educação e desporto. Secretaria do Ensino fundamental. (1988). *Parâmetros Curriculares nacionais*. Brasília: MEC/SEF.
- Chalmers, A. F. (1993). *O que é ciência afinal?* São Paulo: Brasiliense.
- Echeverría, M. P. P.; Pozo, J. I. “Aprender a Resolver Problemas e Resolver Problemas para Aprender”. In: Pozo, J. I. (Org.). (1998). *A solução de Problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: ArtMed.
- Echeverría, M. P. P. “A Solução de Problemas em Matemática”. In: POZO, Juan Ignacio (Org.). (1998). *A solução de Problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: ArtMed.
- Kuhn, T. S. (2003). *A estrutura das Revoluções Científicas*. São Paulo: Perspectiva.
- Lester, F. K. “Trends and issues in mathematical problem solving research”. In: Pozo, J. I. (Org.). (1998). *A solução de Problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: ArtMed.
- Moreira, M. A. (2000). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Madrid, Visor.
- Moreira, M. A. (2006). *A Teoria da aprendizagem significativa e suas implicações em sala de aula*. Brasília: Editora Universidade de Brasília.
- Novak, J. D. (1981). *Uma Teoria de Educação*. São Paulo, Pioneira.
- Ostermann, F. “A Epistemologia de Kuhn”. MOREIRA, M. A. e CABALLERO, C. (1999). *Actas del PIDEC: textos de apoio do Programa Internacional de Doutorado em Ensino de Ciências da Universidade de Burgos*. Vol. 1. Porto Alegre: UFRGS.
- Pozo, J. I. (Org.). (1998). *A solução de Problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: ArtMed.
- Pozo, J. I.; Postigo, Y. Las estrategias de aprendizaje como contenido del currículo.
- Pozo, J. I. (Org.). (1998). *A solução de Problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: ArtMed.
- Tachizawa, T.; Mendes, G. (2000). *Como fazer monografia na prática*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas.