
MATÉRIAS DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA: HABILIDADES PROCESSUAIS EM CIÊNCIAS¹

Michael J. Padilla

The University of Geórgia – Department of Science Education
Athens – Georgia U.S.A.

I. Introdução

Um dos mais importantes e difundidos objetivos educacionais é o de ensinar os alunos a pensar. Todas as matérias de ensino devem participar na consecução dessa meta. As ciências contribuem para isso com suas habilidades específicas, enfatizando a formulação de hipóteses, a manipulação do mundo físico e o raciocínio a partir de dados.

Método científico, raciocínio científico e raciocínio crítico são termos que têm sido usados em diferentes ocasiões para descrever essas habilidades científicas. Hoje, o termo comumente usado é “habilidades processuais em ciências”. Popularizadas pelo projeto curricular “Science – A Process Approach” (SAPA), tais habilidades são definidas como um conjunto de capacidades largamente transferíveis, apropriadas para muitas disciplinas científicas e peculiares ao comportamento dos cientistas. O projeto SAPA agrupou as habilidades processuais em dois tipos, básicas e integradas. As básicas (mais simples) servem de fundamento para a aprendizagem das integradas (mais complexas). Essas habilidades serão listadas e descritas a seguir.

II. Habilidades processuais básicas em ciências

Observar – uso dos sentidos para coletar informações sobre um objeto ou um evento. Exemplo: descrever um lápis como sendo amarelo.

Inferir – fazer uma “suposição educada”, sobre um objeto ou um evento, baseada em dados ou informações previamente obtidos. Exemplo: dizer, a partir da observação de que a borracha de um lápis está gasta, que a pessoa que usou esse lápis fez muitos erros.

¹ Traduzido por M. A. Moreira, com permissão do autor.

Medir – usar tanto medições padronizadas como não padronizadas ou estimativas para descrever as dimensões de um objeto ou evento. Exemplo: usar uma fita métrica para medir o comprimento de uma mesa em centímetros.

Comunicar – usar palavras ou símbolos gráficos para descrever uma ação, objeto ou evento. Exemplo: descrever a variação da altura de uma planta ao longo do tempo por escrito ou através de um gráfico.

Classificar – agrupar ou ordenar objetos ou eventos em categorias com base em propriedades ou critérios. Exemplo: colocar em um mesmo grupo todas as rochas que têm uma certa textura ou dureza.

Predizer – prever o resultado de um evento futuro com base em um padrão de evidências. Exemplo: prever a altura de uma planta dentro de duas semanas com base em um gráfico de seu crescimento durante as quatro semanas precedentes.

III. Habilidades processuais integradas em ciências

Controlar variáveis – ser capaz de identificar variáveis que possam afetar um resultado experimental, mantendo-as constantes enquanto apenas a variável independente é manipulada. Exemplo: dar-se conta, através de experiência anterior, que é preciso controlar a quantidade de luz e água ao investigar como a adição de matéria orgânica afeta o crescimento de feijões.

Definir operacionalmente – dizer como medir uma variável em um experimento. Exemplo: dizer que o crescimento de um pé de feijão será medido em centímetros por semana.

Formular hipóteses – enunciar o resultado esperado de um experimento. Exemplo: quanto maior a quantidade de matéria orgânica adicionada ao solo, maior o crescimento do pé de feijão.

Interpretar dados – organizar dados e tirar conclusões deles. Exemplo: registrar dados de um experimento sobre crescimento de feijões em uma tabela e chegar a uma conclusão que relacione tendências observadas nos dados a variáveis.

Experimentar – ser capaz de realizar um experimento, incluindo formulação de uma questão apropriada, enunciado de uma hipótese, identificação e controle de variáveis, definição operacional dessas variáveis, delineamento “honesto” do experimento, condução do experimento e interpretação dos dados. Exemplo: o processo completo de conduzir o experimento sobre o efeito da matéria orgânica sobre o crescimento de feijões.

Formular modelos – criar um modelo mental ou físico de um processo ou evento. Exemplo: o modelo de como os processos de evaporação e condensação se inter-relacionam no ciclo da água.

IV. Aprendizagem de habilidades processuais básicas

Muitos projetos de pesquisa já focalizaram o ensino e a aquisição de habilidades processuais básicas. Por exemplo, Padilla, Cronin e Twiest (1985) fizeram um levantamento das habilidades processuais básicas de 700 estudantes, de final do Ensino Fundamental, que não tiveram algum treinamento especial nessas habilidades. Constataram que apenas 10% desses estudantes tiveram escores superiores a 90%, mesmo na 8ª série. Por outro lado, vários pesquisadores concluíram que o ensino aumenta o nível de desempenho dos alunos nessas habilidades. Thiel e George (1976) investigaram a habilidade de predizer entre alunos de 3ª e 5ª séries, McKenzie e Padilla (1987) a de traçar gráficos entre estudantes de 8ª série e Tomera (1974) a de observar entre alunos de 7ª série. Desses estudos, pode-se concluir que habilidades básicas podem ser ensinadas e que, quando aprendidas, são facilmente transferíveis a novas situações (TOMERA, 1974). As seguintes estratégias de ensino se mostraram eficientes: (a) aplicação de um conjunto de regras específicas, na investigação sobre a habilidade de predizer, (b) uso de atividades e simulações de papel e lápis para ensinar a fazer gráficos, na pesquisa de McKenzie e Padilla e (c) utilização de uma combinação de explicação, prática com objetos, discussões e realimentação, no estudo sobre a habilidade de observar. Em outras palavras, nada mais do que aquilo que a pesquisa e a teoria têm sempre definido como um bom ensino.

Outros estudos foram realizados para avaliar o efeito de currículos de ciências desenvolvidos com apoio da NSF (National Science Foundation) e em que medida esses currículos ensinavam habilidades processuais básicas. Estudos focalizando o “Science Curriculum Improvement Study” (SCIS) e SAPA sugerem que se essas habilidades forem ensinadas a alunos de ciências no Ensino Fundamental, eles não só aprendem a usar tais processos, mas também os retêm para usá-los no futuro. Após comparar o desempenho de alunos que estudaram sob o currículo SAPA com outros que tiveram um ensino de ciências mais convencional, pesquisadores concluíram que a vantagem do currículo SAPA está no desenvolvimento de habilidades orientadas para processos (WIDEEN, 1975; MCGLATHERY, 1970). Portanto, é razoável concluir que os alunos aprendem as habilidades processuais básicas se elas forem consideradas um objetivo importante da instrução e se forem usados métodos de ensino já comprovados.

V. Aprendizagem de habilidades processuais integradas

Vários estudos já foram realizados para investigar a aprendizagem de habilidades processuais integradas em ciências. Allen (1973) concluiu que alunos de 3ª série do Ensino Fundamental são capazes de identificar variáveis se o contexto for suficientemente simples. Tanto Quinn e George (1975) como Wright (1981) chegaram à conclusão de que é possível ensinar os alunos a formular hipóteses, e que essa habilidade é retida ao longo do tempo.

Outros tentaram ensinar todas as habilidades envolvidas na condução de um experimento. Padilla, Okeye Garrard (1984) incorporaram sistematicamente aulas de experimentação em um currículo de ciências para as últimas séries do Ensino Fundamental. Um grupo de alunos teve como instrução uma unidade introdutória de duas semanas sobre experimentação enfatizando atividades manipulativas. Um segundo grupo recebeu o mesmo tipo de instrução, porém teve também uma experiência adicional por semana, durante quatorze semanas, focalizando habilidades processuais. Na comparação do desempenho dos estudantes de ambos os grupos, aqueles que tiveram o tratamento prolongado foram melhores do que os que tiveram apenas a unidade de duas semanas. Esse resultado sugere que não é possível aprender habilidades processuais mais complexas através de uma unidade de duas semanas. Ao invés disso, habilidades de experimentação devem ser praticadas ao longo de um período maior de tempo.

Estudos adicionais sobre habilidades de experimentação mostram que elas se relacionam intimamente com as habilidades de pensamento formal descritas por Piaget. Em um desses estudos (PADILLA, OKEY; DILLASHAW, 1983), foi encontrada uma correlação de + 0,73 entre os dois conjuntos de habilidades. Na verdade, uma das maneiras que Piaget usava para decidir se alguém estava em um estágio formal ou operacional, era solicitar a essa pessoa que delineasse um experimento para resolver um problema. Sabemos, também, que a maioria dos recém adolescentes e muitos jovens adultos ainda não atingiram a plenitude de sua capacidade de raciocínio formal (CHIAPETTA, 1976). Em uma pesquisa, Renner, Grant e Sutherland (1978) encontraram que apenas 17 % dos estudantes de 7ª série do Ensino Fundamental e 34% dos alunos da 3ª série do Ensino Médio eram plenamente formais.

O que aprendemos sobre o ensino de habilidades processuais integradas? Não podemos esperar que os alunos se sobressaiam em habilidades nas quais não tiveram experiência ou não tiveram oportunidade de praticar. Professores não podem esperar domínio de habilidades de experimentação após algumas poucas sessões de prática. Os alunos precisam de múltiplas oportunidades para trabalhar com essas habilidades, em diferentes conteúdos e contextos. Os professores devem ser pacientes com aqueles que têm dificuldades, pois para “experimentar” com sucesso é necessário ter desenvolvido padrões de raciocínio formal.

VI. Sumário e conclusões

Segundo a Associação Nacional de Professores de Ciências, uma porção razoável do currículo de ciências deve enfatizar habilidades processuais. De um modo geral, a pesquisa sugere que, quando habilidades processuais são um resultado especificamente planejado e esperado de um programa de ciências, essas habilidades podem ser aprendidas pelos estudantes. Isso aconteceu nos projetos SAPA e SCIS e em estudos sobre habilidades processuais citados neste trabalho, bem como em muitas outras investigações não mencionadas.

Professores devem escolher currículos que enfatizem habilidades processuais em ciências. Além disso, devem aproveitar oportunidades que aparecerem nas atividades normalmente desenvolvidas na sala de aula. Embora não seja uma solução fácil de implementar, é a melhor disponível no momento devido à falta de ênfase em habilidades processuais na maioria dos materiais instrucionais à venda.

VII. Referências Bibliográficas

1. ALLEN, L. An examination of the ability of third grade children from the Science Curriculum Improvement Study to identify experimental variables and to recognize change. **Science Education**, v. 57, p. 123-151, 1973.
2. CHIAPETTA, E. A review of Piagetian studies relevant to science instruction at the secondary and college level. **Science Education**, v. 60, p. 253-261, 1976.
3. McGLATHERY, G. An assessment of science achievement of five and six-year-old students of contrasting socio-economic background. **Research and Curriculum Development in Science Education**, v. 7023, p. 76-83, 1970.
4. McKENZIE, D.; PADILLA, M. Effect of laboratory activities and written simulations on the acquisition of graphing skills by eighth grade students. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, 1984.
5. PADILLA, M.; OKEY, J.; DILLASHAW, F. The relationship between science process skills and formal thinking abilities. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 20, 1983.
6. PADILLA, M.; CRONIN, L.; TWIEST, M. The development and validation of the test of basic process skills. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, French Lick, IN, 1985.

7. QUINN, M.; GEORGE, K. D. Teaching hypothesis formation. **Science Education**, v. 59, p. 289-296, 1975.
8. RENNER, J.; GRANT, R.; SUTHERLAND, J. Content and concrete thought. **Science Education**, v. 62, p. 215-221, 1978.
9. THIEL, R.; GEORGE, D. K. Some factors affecting the use of the science process skill of prediction by elementary school children. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 13, p. 155-166, 1976.
10. TOMERA, A. Transfer and retention of transfer of the science processes of observation and comparison in junior high school students. **Science Education**, v. 58, p. 195-203, 1974.
11. WIDEEN, M. Comparison of student outcomes for Science – A Process Approach and traditional science teaching for third, fourth, fifth and sixth grade classes: A product evaluation. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 12, p. 31-39, 1975.
12. WRIGHT, E. The long-term effects of intensive instruction on the open exploration behavior of ninth grade students. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 18, 1981.