Advances in Psychology 心理学进展, 2013, 3, 38-42
doi:10.12677/ap.2013.31007 Published Online January 2013 (http://www.hanspub.org/journal/ap.html)

Discipline Domain Knowledge Applied in Physics Teaching in Junior Middle School

Lie Luo, Xiaoyue Cai

Education Department, Guangzhou University, Guangzhou
Email: Luolie1020@163.com

Received: Nov. 24th, 2012; revised: Dec. 16th, 2012; accepted: Dec. 23rd, 2012

Abstract: The study is to improve the traditional physics teaching mode based on the concept of domain knowledge. The teachers focus on the basic knowledge, cognitive and metacognitive strategies and condition knowledge. The study takes the experiments to assess the teaching results of the experimental group and control group in order to test the value of domain knowledge. The study gets some results. 1) The teaching based on the concept of domain knowledge is good for the teaching; 2) The declarative knowledge and procedural knowledge of the students with learning difficulties and average students has improved significantly, but that of excellent students does not; 3) The condition knowledge of all the students has improved significantly.

Keywords: Discipline Domain Knowledge; Concept; Physics Teaching

学科领域知识在初中物理教学中的实践

罗　列，蔡笑岳

广州大学教育学院，广州
Email: Luolie1020@163.com

收稿日期：2012 年 11 月 24 日；修回日期：2012 年 12 月 16 日；录用日期：2012 年 12 月 23 日

摘　要：本研究依据学科领域知识对传统的物理教学模式进行改进。在教学过程中，物理教师着眼于学生基础知识巩固、认知与元认知策略训练以及问题情境知识掌握。为了验证学科领域知识的教学价值，本研究开展教学实验，并自编《电学知识测验》评估实验组与控制组的教学效果。结果显示：1) 学科领域知识教学能够有效提高学生物理成绩；2) 学困生和中等生的陈述性知识与程序性知识有着显著提高，但学优生没有出现显著变化；3) 不同层次的学生条件性知识均有显著提高。

关键词：学科领域知识；理念；物理教学

1. 问题提出

领域知识是教育学和心理学的重要研究领域，揭示了专家和新手在获得知识和表征问题过程中的心理差异，为教学改革活动的开展提供了启示。上个世纪 90 年代，Alexander(1991)提出了领域知识模型，认为领域知识应该包括陈述性知识、程序性知识和条件性知识。领域知识是一种新的知识表征形态，具有外显清晰和内隐缄默的特点。在 Alexander 研究的基础上，学者们积极探究领域知识与个体知识学习的关系并取得了丰硕的成果。Ackerman(2002)发现领域知识能够提高学生的工作记忆能力，帮助他们更好进行问题表征。Johnson(2004)发现幼儿解决问题更多的是依赖领域知识而非智力。另外，有的学者还发现领域知识可以优化个体的问题解决策略，使其迅速地提取关

Copyright © 2013 Hanspub

键信息，保证了问题的高效解决(Moos, 2008)。

在外国研究的基础上，蔡笑岳将领域知识迁移到教学活动中，提出了学科领域知识。学科领域知识是指学生所拥有的关于某个特定学科范围内的所有知识，是关于某一学科中的那些具有一定相关性、逻辑性、操作性的知识按其知识属性、认知特性而加以组织形成的知识组块和认知操作图式(蔡笑岳、何伯锋，2010)。自概念提出以来，学者们探究不同领域知识水平的学生在问题表征、记忆以及信息提取方面的差异，为教学实践提供理论指导。例如，李长虹和蔡笑岳(2010)经过数学教学实验发现学生学科领域知识水平与知识的深度、广度以及关联度相互联系。张维和蔡笑岳(2011)通过数学问题表征实验发现学科领域知识水平高的学生以问题原理表征问题，而水平低的学生则以问题表面特征进行问题表征。学科领域知识认为知识应该包括学理内容知识、认知过程知识以及问题条件知识。学理内容知识表征为学科的基础性内容；认知过程知识体现为知识建构方法和认知与元认知策略；问题条件知识则是公式与定理适用范围的规定。根据这一理论，教师在教学活动中要关注学生的知识基础、知识结构、认知与元认知策略以及问题情境知识。根据以往的研究，本文以初中物理作为研究内容，通过教学实验探究学科领域知识实践途径与教育价值。

2. 研究过程

2.1. 物理知识测验

物理测验的的编制根据 Alexander 知识三维度理念，从陈述性知识、程序性知识以及条件性知识三个维度对学生的物理知识水平进行调查。陈述性知识是事实与观点的知识，是关于“是什么”的知识，体现为知识的概念、定理、公式等。程序性知识是同学习过程中认知操作相关的知识，是关于“怎么做”的知识，具体体现为知识学习和问题解决。条件性知识是学科问题条件和情境的知识，是关于“为什么”的知识，具体表现为对已学知识限制性条件的应用。根据领域知识的概念，并以人教版物理八年级下册电学内容作为材料编制《电学知识测验》。该测验包括《电学知识前测测验》和《电学知识后测测验》。《电学知识前测测验》的内容主要包括“电压电阻”与“欧姆定律”两章内容，了解学生教学实验前的电学知识基础。《电学知识后测测验》调查的是“电功率”一章的知识内容，了解学生经过学科领域知识教学后的学习效果。知识测验从陈述性知识、程序性知识和条件性知识三个维度对学生的知识进行了解。例如，考察陈述性知识的项目是“什么是欧姆定律？；考察程序性知识的项目是“4 Ω 的电阻接在 2 V 的电源上，通过电阻的电流是多少”；考察条件性知识的项目是“‘有两个串联电阻接入电路，若其中 20 Ω 电阻撤掉，电路电流变为原来 2 倍，电路两端电压不变，则另一电阻阻值是多少’这道题目考察的是哪个电学知识点”。每一份测验均为 30 道项目，每个维度各 10 道项目，每道项目为 1 分。

在测验制定之后，进行试测，并听取初中老师以及学生的意见对测验一些表述不清的项目进行修改。《电学知识前测测验》陈述性知识、程序性知识和条件性知识三部分知识的内部一致性系数为 0.74、0.82 和 0.81。《电学知识后测测验》相对应三部分知识的内部一致性系数为 0.76、0.83 和 0.87。因此，这两份测验具有较高的信度。

2.2. 研究对象

在广州某中学选取四个班，均接受完“电压电阻”与“欧姆定律”两章的教学活动。两个班为实验组(121 人)，另外两个班为控制组(122 人)。为了更好探究教学实验对实验组不同层次的学生影响，对实验组的学生进行分组。分组依据为“电压电阻”与“欧姆定律”两章的单元考试平均分。将平均分的前 27%的学生作为学优生(33 人)，后 27%的学生作为学困生(33 人)，其他的学生作为中等生(55 人)。将他们所学两章的单元考试平均分作为前测学业成绩，并利用《电学知识前测测验》对他们进行调查。前测测验陈述性知识、程序性知识以及条件性知识同学业成绩具有显著相关，其相关系数分别为 0.93、0.88 和 0.92。《电学知识前测测验》能够较好映学生的物理知识水平。通过调查，实验组与控制组的学生在三部分成绩与成绩上没有出现差异显著($P > 0.05$)。他们在教学实验前物理知识基础没有显著差异。实验组不同层次学生在陈述性知识、程序性知识、条件性知识以及学业成绩上具有显著差异($P < 0.001$)。这说明分组合理，不同层次

Copyright © 2013 Hanspub

学生具有不同的物理知识基础。

2.3. 教学实验过程

在调查之后，对四个班进行为期一个月的教学实验。教学内容为“电功率”一章的内容。控制组的学生接受传统的物理教学。实验组的学生接受经学科领域知识改进过的教学活动。实验组教师重视学生的知识基础，指导学生认真学习物理概念和公式。例如在第二节教学活动中，教师让学生正确理解“电功率”的具体含义以及计算公式。再次，实验组教师还促进学生建构良好的物理知识体系。教师将本章的知识点同之前的知识内容有机联系起来，让学生能够在学习本章知识的同时复习“电压”、“欧姆定律”等内容。除此之外，教师对学生的认知与元认知策略进行训练，提高他们利用已有知识解决学科问题的能力。教师向学生介绍应用公式、提取问题关键信息以及抑制干扰信息的技巧，并指导学生进行相应训练，促使其内化策略。最后，实验组教师重视学生对问题情境的把握能力，促进其了解和掌握每个公式与定理的适用范围。例如，教师具体分析了“并联电路”与“串联电路”的特点以及适用的不同范围。问题情境知识的教学可以促使他们在问题解决过程中使用正确的认知策略。

经过一个月的教学实验，应用《电学知识后测测验》对控制组和实验组“电功率”知识进行调查，通过分析两者的测验得分和单元分数的差异，检验学科领域知识的教学价值。测验的三个维度陈述性知识、程序性知识以及条件性知识与单元成绩呈现出显著相关，其相关系数分别为 0.78、0.91 和 0.88。

3. 研究结果

在控制组和实验组经过一个月的教学实验之后，对他们“电功率”知识水平和单元成绩进行比较，表 1 显示实验组和控制组在三个知识维度和单元成绩得分上具有显著差异。实验组的陈述性知识(P = 0.04)、程序性知识(P = 0.000)、条件性知识(P = 0.000)和单元成绩(P = 0.04)均显著高于控制组。

表 2 和表 3 显示，实验组学生在经过教学实验之后，其学理内容知识(P = 0.01)、认知过程知识(P = 0.000)、问题条件知识(P = 0.000)以及成绩(P = 0.000)具有了显著的提高。相反，控制组的成绩却没有得到显著提高，其三种知识维度和成绩的 P 均分别为 0.42、0.38、0.13 和 0.34。这说明学科领域知识教学能够有效提高教学的效率，促使学生建立系统的知识结构。为了更好探究教学实验对实验组的影响，对实验组学困生、中等生和学优生的三种知识前测后测成绩进行配对样本 T 检验。统计结果显示实验组学困生在陈述性知识(P = 0.01)、程序性知识(P = 0.000)以及条件性知识(P = 0.001)的得分上均有显著的提高。中等生的陈述性知识(P = 0.004)、程序性知识(P = 0.009)和条件性知识(P = 0.007)成绩也有了显著提高。学优生成绩的提高体现在问题条件知识(P = 0.004)上。

Table 1. Analysis of post-test scores of the experimental group and the control group
表 1. 实验组与控制组后测分数差异分析

	实验组(M ± SD)	控制组(M ± SD)	T
后测陈述性知识	6.7 ± 0.7	5.9 ± 1.4	4.38*
后测程序性知识	7.0 ± 1.2	5.3 ± 1.6	3.53***
后测条件性知识	6.9 ± 1.7	5.1 ± 1.7	3.93***
后测物理成绩	85.1 ± 10.9	76.2 ± 13.9	2.14*

注：*P < 0.05；**P < 0.01；***P < 0.001 以下同。

Table 2. Analysis of pretest scores and post-test scores in the experimental group
表 2. 实验组前测后测分数差异分析

	前测(M ± SD)	后测(M ± SD)	T
陈述性知识	6.1 ± 1.3	6.7 ± 0.7	−2.92**
程序性知识	5.6 ± 2.4	7.0 ± 1.2	−3.71***
条件性知识	5.4 ± 2.1	6.9 ± 1.7	−6.46***
物理成绩	77.1 ± 14.9	85.2 ± 10.9	−6.72***

Table 3. Analysis of pretest scores and post-test scores in the control group
表 3. 控制组前测后测分数差异分析

	前测(M ± SD)	后测(M ± SD)	T
陈述性知识	5.9 ± 1.4	5.9 ± 1.4	−0.83
程序性知识	5.2 ± 2.1	5.3 ± 1.6	−0.90
条件性知识	4.7 ± 1.7	5.1 ± 1.7	−1.57
物理成绩	76.7 ± 14.2	76.2 ± 13.9	0.98

4. 讨论

4.1. 学科领域知识教学能够有效提高学生学习效率

本研究通过教学实验发现学科领域知识教学能

Copyright © 2013 Hanspub

够有效提高学生的知识水平，相对于传统的教学方式具有一定的优势。传统教学方法的一些不足影响了学生物理知识的建构与认知策略的应用。在传统的教学模式中，学生的学习主动性被过分的夸大，其探究能力也受到过分的关注。这导致一些教师忽视了基础知识教学。另外，传统的教学方式还忽视了对学生的元认知策略的训练。元认知被称为认知的认知，包含元认知知识、元认知体验和元认知监控(余嘉元，2005)。Whitson(1994)认为在物理教学活动中元认知的教学能够提高策略训练的迁移效果，帮助学生更好掌握知识和解决问题。但是，传统的教学方法并没有对学生的物理元认知策略进行有效的训练，而只是着眼于学生的认知技能。这在一定程度上影响了学生认知监控水平的提高，不利于他们认知技能的获得与提高。除此之外，传统教学方法还忽视了知识的关联性，没有为学生联系不同知识点提供足够的线索。一些学生，尤其学困生往往会出现“学了后面忘了前面”的现象。这也导致学生由于缺少系统的知识体系而没能解决综合性问题。

针对这一情况，学科领域知识教学从知识基础、认知结构、认知与元认知策略以及问题情境四个方面对物理教学模式进行有益补充，帮助学生建构系统知识体系以及获得有效的认知和元认知策略。该理念倡导在教学中加大了对基本的公式和概念的教学，着力提高学生知识的丰富性。李长虹、蔡笑岳、何伯锋(2010)通过教学实验发现学生知识的丰富性同知识的表征水平具有显著相关性。在教学实验中，实验组的学生能够系统完整对相关的概念与公式进行学习，提高了知识的丰富水平。这便为他们解决物理问题以及学习其他知识奠定比较好的知识基础。除了知识基础得到巩固外，实验组学生认知结构也得以全面的建构，呈现出高水平的结构性。知识结构性强的学生能够依据知识原理对问题进行表征，避免问题表面信息的干扰(张维、蔡笑岳、曾苑霞，2011)。因此，实验组的学生可以更好的抑制干扰信息的影响，并依据问题的原理特征从知识系统中提取影响的信息，使问题得到顺利的解决。另外，学科领域知识教学还将学生的认知与元认知技能的提高作为提升学生知识水平的一条有效途径。Tardieu(2002)认为专家能够利用有效的记忆方法对记忆知识进行组织，并利用元认知策略对组织方式的有效性进行计划和监控，使自身保持较高的知识水平。在教学实验中，实验组教师向学生传授物理认知与元认知策略，并对他们进行有针对性的训练。学生便可以利用获得的技能去建构知识与表征问题，使学习效率得到提高。

4.2. 学困生和中等生的陈述性知识与程序性知识有着显著提高，但优等生没有出现差异变化

本研究发现学科领域知识教学能够有效提高学困生与中等生的陈述性知识与程序性知识，但是优等生却没有得到相同的教学效果。陈述性知识是关于“是什么”的知识。而程序性知识是关于“怎样做”的知识。学优生在参加实验之前已经具有良好的物理知识结构和认知策略水平，能够比较好的获取新的知识和解决问题。因此，教学实验对他们的影响并不是十分的明显。

学科领域知识教学对学困生和中等生具有显著的教学效果。它巩固了学困生与中等生的知识基础，丰富了他们的陈述性知识。Anderson(1982)指出陈述性知识表征和程序性知识表征之间是存在交互作用的，前者的发展对后者具有积极的影响。在现实的学科教育中，一些学生之所以不会完成物理题目，不是因为不知道具体的解题方法，而是因为没有理解和掌握相关的公式和定理。因此，伴随着学生陈述性知识的巩固和发展，其程序性知识水平便可以得到进一步的提升。另外，物理知识基础的巩固意义还在于提升了他们的自我效能感。自我效能感指的是个体对自己是否能够成功地从事某一成就行为的主观判断。学生在经过学科领域知识教学之后掌握必要知识点。他们可以应用知识成功解决一些物理问题，提升自我效能感。学生的学习自我效能感会影响学生学习的坚持性、努力程度、认知投入与学习策略的运用，从而影响学生的学业成就(胡桂英、许百华，2002)。因此，学生自我效能感的提高有助于提升他们掌握知识以及问题解决的效率，使他们的陈述性知识与程序性知识获得提高。最后，基础知识的巩固还可以消除前概念对学生的消极影响。前概念是学生在接触科学知识前，对现实生活现象所形成的经验型概念。中等生和学优生的基础知识水平比较低。另外，传统教学模式

Copyright © 2013 Hanspub

忽视学生基础知识的做法又在一定程度上限制了他们此类知识水平的提高。这导致学生在建构新知识和解决问题时候更容易受到前概念的影响。学科领域知识教学一方面加深了他们对各个概念定义的理解，抑制了前概念的消极作用，提升了他们的陈述性知识水平。另一方面，由于消除前概念对问题空间形成的影响，学生可以更快更准确获得解题线索。这在很大程度上提升了认知过程知识的效用，保证了问题的正确解决。

4.3. 不同层次的学生条件性知识均有显著提高

在接受教学实验之后，实验组学生的条件性知识有了显著提升。条件性知识是学科问题条件和情境的知识，体现了学生能够根据具体的问题情境选用原理与公式的能力。这类知识受到问题关键信息提取、干扰信息抑制以及认知策略监控的影响(蔡笑岳，何伯锋，2010)。实验组学生通过问题情境教学，提升了“何时”和“为什么”使用知识的能力，能够及时发现关键线索，正确完整对问题条件进行表征。在此基础上，学生能够有效依据具体问题条件到知识结构中搜索存储信息，使物理问题得到解决。除了成功提取问题关键信息外，学生抑制干扰信息能力通过教学实验也得到一定的提高。学生经过问题情境的学习训练，对问题空间有一个准确的把握，可以对干扰信息与非干扰信息进行正确区分，得以快速对抑制信息进行识别。除此之外，学生还通过基础知识巩固与完整知识体系建构理解了物理公式的具体内容与使用条件，避免了因干扰信息的误导而对问题条件进行错误表征。最后，学科领域知识教学活动可以优化学生的元认知策略，使其对表征策略进行监控。条件性知识体现为在具体问题中对知识使用条件的利用。经过问题情境的教学训练，学生进一步了解和掌握每个物理原理与公式的适用范围，能够判断表征问题条件方法的正确性和有效性。他们一旦意识到自己选择了低效甚至错误的方法能够及时的调整，保证了方法与问题条件的最佳契合。

5. 结论

本研究以学科领域知识改进初中物理教学活动，并对其教学效果进行检验。研究结果显示：1) 学科领域知识教学能够有效提高学生物理成绩，改进初中物理教学活动；2) 学困生和中等生的陈述性知识与程序性知识有着显著提高，但学优生没有出现差异变化；3) 不同层次的学生条件性知识均有显著提高。这说明学科领域知识具有一定的教学价值，对提高物理教学活动具有积极的意义。

本研究得到国家社会科学基金“十一五”规划教育学课题(编号：BBA080049)资助，系广州市人文社会科学(发展与教育心理学)重点研究基地研究成果。

6. 致谢

本研究感谢广州市绿翠中学老师与学生的配合与帮助。

参考文献 (References)

李长虹，蔡笑岳，何伯锋(2010). 学科领域知识与数学学习的知识表征研究. **心理发展与教育**, 3 期, 267-273.

张维，蔡笑岳，曾苑霞(2011). 科领域知识丰富性对中学代数问题表征层次的影响. **心理科学**, 2 期, 398-401.

胡桂英，许百华(2002). 初中生学习归因、学习自我效能感、学习策略和学业成就关系的研究. **心理科学**, 6 期, 757-759.

蔡笑岳，何伯锋(2002). 学科领域知识的研究与教学. **华东师范大学学报(教育科学版)**, 2 期, 44-51.

侯新杰，姜金伟(2008). 线索提示对物理问题表征的影响. **心理科学**, 1 期, 227-229.

余嘉元(2001). **当代认知心理学**. 苏州：江苏教育出版社.

Alexander, P. A., Schaller, D. L., & Hare, V. C. (1991). Coming to terms: How researchers in learning and literacy talk about knowledge. *Review of Educational Research, 61,* 315-343.

Ackerman, P. L. (2002). Individual differences in working memory within a novo logical network of cognitive and perceptual speed abilities. *Journal of Experimental Psychology, 4,* 567-589.

Moos, D. C. (2008). Monitoring, planning, and self-efficacy during learning with hypermedia: The impact of conceptual scaffolds. *Computers in Human Behavior, 24,* 1686-1706.

Alexander, P. A., & Judy, J. E. (1988). The interaction of domain-specific and strategic knowledge in academic performance. *Review of Educational Research, 4,* 375-404.

Copyright © 2013 Hanspub