

# 安徽省中学科学探究过程技能的教学与学习现状调查分析

方咸围<sup>[1]</sup>、 陈志伟<sup>[2]</sup>

<sup>[1]</sup>安徽省无为第二中学

电邮: [2005fxw2008@163.com](mailto:2005fxw2008@163.com)

<sup>[2]</sup>杭州师范大学 生命与环境科学学院

电邮: [chzhwei@126.com](mailto:chzhwei@126.com)

收稿日期: 二零一零年三月廿七日 (于六月一日再修定)

---

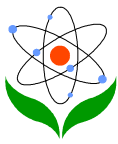
## 内容

- [摘要](#)
  - [引言](#)
  - [研究问题](#)
  - [研究方法](#)
  - [调查结果与分析](#)
  - [小结与建议](#)
  - [参考文献](#)
- 

## 摘要

利用“中学科学探究过程技能教学现状调查问卷”、“中学生科学探究过程技能水平调查问卷”, 对安徽省中学科学探究过程技能的教学与学习现状进行了调查。调查表明, 安徽省中学科学教师对科学探究过程技能的教学认知水平不高。安徽省中学生的科学探究过程技能水平普遍不高。在此基础上提出了相应的建议。

**关键词:** 中学科学; 探究过程技能; 教学; 学习; 调查



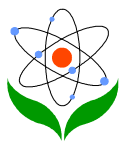
## 引言

加涅于 1963 年在《科学教学研究杂志》发表《探究所需的学习技能》。随后美国学者对探究教学的功能作了大量实证研究。结果表明:探究教学能促进学生的实验技能、制图技能和解释资料等技能的提高。[1]自 20 世纪 80 年代,美国、英国相继强调“科学探究过程技能”的训练。[2] Padilla, Michael J 等人比较系统地研究了科学探究过程技能及其教学。并且认为,科学过程技能 (Science Process Skills) 的教学可以促进学生形式思维能力的发展。[3] Brotherton, Peter 等人研究了科学探究过程技能与认知发展水平的关系,发现两者存在高度的正相关。[4] 我国台湾学界深受欧美国家的影响,也比较热衷于科学过程技能的研究。魏明通所著的《科学教育》(台北:五南图书出版公司, 1997)也探讨了科学过程技能。一些教育期刊和研究生论文就有关于科学探究过程技能的选题。台湾学者对科学过程技能进行了研究,研究对象从小学到高中,涉及的科目有小学自然、物理学、化学、生物学、地理学等,研究方法上接近于西方国家。我国内地直到最近几年才有关于科学过程技能的相关实证性研究。如华东师范大学的龚正元 2007 年对化学课程中的科学过程技能进行了研究。我国新科学课程旨在培养学生的科学素养,顺应了科学教育改革的趋势。(本文中的科学课程指中学综合理科以及物理、化学、生物学。)自 2001 年新课程改革以来,已经有十年时间,了解目前中学科学探究过程技能的教学与学习现状就显得尤其重要。

## 研究问题

科学教育界对于实验改革的重点,由重视科学知识的学习与认知技能的提高,转向在认识科学的过程并培养学生科学素养。科学探究过程技能的培养是科学课程中提高学生科学探究能力、养成学生科学素养的基础。科学过程技能是由一系列技能构成的。根据视角的不同,可以对技能进行不同的分类。在 SAPA 课程中,共列出了 13 项科学过程技能, Brotherton 和 Preece 则列出了 18 项技能。[5]美国科学促进协会 (A.A.A.S) 在课程教学研究中,将科学过程技能分为两部分共 14 种技能,基本的过程技能包括:①观察,②测量,③应用数值,④分类,⑤应用时空,⑥表达沟通,⑦预测,⑧推论;复杂的统合技能包括:①从事适当的定义,②形成假说,③解释数据,④建立模型,⑤控制实验因子,⑥从事实验。[6]本文采用科学过程技能的 14 种分法。科学探究过程技能又必须在科学探究学习活动中才能形成和提高。新课程改革倡导探究性教学,目前在中学的实际情况如何。基于研究目的,本课题研究的问题是:

- ①目前中学科学教师对于科学探究过程技能的认知如何?
- ②中学生科学探究过程技能学习现状如何?
- ③师生在运用科学探究过程中存在的主要困惑是什么?



## 研究方法

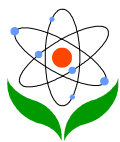
### 1. 调查工具

鉴国内外学者有关科学探究过程技能的研究，编制了“中学科学探究过程技能教学现状调查问卷”（简称教师问卷）与“中学生科学探究过程技能水平的调查问卷”（简称学生问卷）。

本问卷的项目来源于科学探究过程技能内涵和维度，在参阅国内外有关科学探究过程技能调查问卷的基础上，对该领域的理论与实践研究工作者的研究进行了梳理。请部分熟悉该研究领域的教师对问卷的项目表述及内容进行评判，征求专家意见进行修订。为保证问卷的信度和效度，在正式测试之前我们对问卷进行了预测试。我们利用该数据对问卷进行了信度和效度分析。本问卷的信度检验主要是采用内部一致性信度。教师问卷的克朗巴赫  $\alpha$  系数 0.813，学生问卷的问卷  $\alpha=0.797$ 。两份问卷内部系数都存在较高的一致性，其信度在可以接受的范围内，测量结果有效。内容效度分析应是对调查中的每一个题目是否合适、有效进行分析，即检验题目与测验内容范围所要求的内容、目标的一致性。判断内容效度主要采用逻辑分析的方法。内容效度方面则经过多位专家检核，均对问卷适用于调查中学科学探究过程技能的教学与学习现状给以肯定。表 1 是经过信度和内容效度分析后的正式问卷结构（问卷正文见分析部分）。

**表 1 教师、学生问卷结构**

教师问卷结构		学生问卷结构	
教师背景资料	科学探究过程技能教学现状	学生背景资料	科学探究过程技能学习现状
年龄	对科学实验教学重视程度	性别	学生对科学本质的认识
性别	实验前教师对学生的要求	年级	正确的世界观和科学观
教龄	设计实验记录情况	学校性质	交流意识和合作精神
专业背景	教师对实验结果的要求		怀疑精神
学校性质	传授科学探究过程技能的方法		对科学内容的认识
	影响学生科学探究过程技能水平的限制因素		对科学探究的认识
	教师对过程技能重要性的认识		对科学学习目的的认识
	教学中比较困难的过程技能		学生对科学探究实验教学目的的认识
			学生比较了解与困难的技能



## 2. 调查方法与实施

我们用修改后的正式问卷进行了调查。教师问卷的调查,采用的是分层随机抽样的方法,先把教师分成两个相互独立的组(重点中学和普通中学),再分别从这两组中进行简单随机抽样。被抽样的学校所有科学(包括物理、化学、生物学)教师参与问卷调查。学生问卷的调查,采取随机整群抽样法抽取安徽省部分中学生进行。调查在2009年10月中旬实施,并对收回问卷的数据,采用SPSS13.0软件对调查结果进行统计分析。

## 3. 调查对象

调查的科学教师来自安徽省部分中学。本次调查共发放教师调查问卷202份,收回问卷196份,回收率为97.0%;其中,有效问卷185份,有效率为94.4%。根据对有效问卷的统计,调查对象基本构成如下(表2),具有一定的代表性。

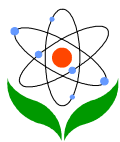
表2 有效调查样本的基本构成

项目	性别构成		教龄构成(年)				专业构成			学校构成	
	男	女	1-3	4-5	6-10	>10	物理	化学	生物	重点	普通
人数	84	101	30	62	43	50	70	59	56	82	103
百分比(%)	45.4	54.6	16.2	33.6	23.2	27.0	37.8	31.9	30.3	44.3	55.7

本次调查学生对象为巢湖市、黄山市、合肥市、蚌埠市等地的部分中学生。本次调查共发放问卷1207份,收回问卷1194份,回收率为98.9%;其中,有效问卷1139份,有效率为95.4%。根据有效问卷统计,调查对象的基本构成如下(表3),具有一定的代表性。

表3 有效调查对象的基本构成

项目	性别构成		年级构成						学校构成	
	男	女	初一	初二	初三	高一	高二	高三	重点	普通
人数	590	549	198	205	186	190	201	159	402	737
百分比(%)	51.8	48.2	17.4	18.0	16.3	16.7	17.6	14.0	35.3	64.7



## 调查结果与分析

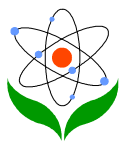
### 1 教师对科学实验教学不够重视影响学生对科学探究实验目的的认识

表 4 调查问卷统计分析(1)

题目	选项	赋值	百分比 (%)
1T: 在上科学课时, 教材上列出的学生探究实验都做吗?	A 太简单, 不需动手做	1	2(1.1)
	B 作为课后自学内容	2	6(3.2)
	C 材料不方便, 几乎不做	3	31(16.8)
	D 为学生演示	4	87(47.0)
	E 要求学生进行探究活动	5★4.054	59(31.9)
2S: 我们学习科学的目的在于提高自身的科学素养	A 完全赞同	4★2.841	319(28.0)
	B 赞同	3	445(39.1)
	C 比较赞同	2	249(21.9)
	D 不赞同	1	126 (11.0)
3S: 我们开展科学探究实验是为了什么?	A、在科学考试中取得好成绩	1	83(7.3)
	B、检验所学的科学知识是否正确	2	77(6.8)
	C、训练我们的科学探究过程技能	3	154(13.5)
	D、培养我们的科学探究能力	4★3.203	825(72.4)

注: T 表示教师问卷中的题目, S 表示学生问卷中的题目, T 与 S 前面的序号是为了表述的方便。表中“★”左边的数字表示, 调查结果统计显示等于此值表示比较理想, 低于此值表示不太理想(每道题的选项的表述及分值得到专家的认可, 具有一定的内容效度)。“★”右边的数字表示该题实际统计值, 下同。

1T 中选 A、B、C 占 21.1%, 表明不少教师没有把实验教学列入实际教学计划。选择 D 占 47.0%, 表明目前中学科学实验开设还是以验证或演示实验为主。大量证据显示, 单靠“做”实验, 学生无法理解科学过程和掌握探究过程技能。[7]部分教师甚至将“学生动手”、“学生探究”改为“教师黑板讲演”, 思想认识上不到位。此外, 不具备实验条件、缺少实验经费、现行的评价体系不合理等, 也是客观存在的原因。



2S 中调查显示, 89% 的学生分别表示不同程度的赞同。表明在新课程改革的过程中, 大部分学生对科学学习的目的比较明确。学生不再是单纯地为了考试而学习科学。3S 中显示, 大部分学生对科学探究实验的学习目的比较明确, 但仍有 14.1% 学生没有正确认识其学习目的。这可能与实验教学方式有关。学生对探究实验教学目的的认识需要得到理科教师科学的引导。而在 1T 中, 我们了解到, 教师对实验教学不够重视, 而且仍以验证性实验教学为主。因此, 提高教师业务水平尤为重要。

## 2 实验教学方法有待进一步改进

表 5 调查问卷统计分析(2)

题目	选项	赋值	百分比 (%)
1T: 如果做实验, 在进入实验室操作之前, 您的要求是?	A 先了解原理	1	67(36.2)
	B 先了解实验步骤	2	55(29.7)
	C 了解为什么这样操作	3	50(27.0)
	D 要求设计其它操作方法	4★2.046	13(7.0)
2T: 在学生做实验前, 您每次都要求学生设计实验记录吗?	A 没有要求	1	3(1.6)
	B 很少要求	2	34(18.4)
	C 经常要求	3	86(46.5)
	D 每次都要求	4★3.119	62(33.5)
3T: 实验结束后, 对于实验结果	A 要求学生记在书上	1	12(6.5)
	B 形成实验报告并上交	2	76(40.1)
	C 组织大家讨论	3	87(47.0)
	D 同学自己交流	4★2.493	10(5.4)
4T: 您上课时, 对于科学探究过程技能中各技能是如何向学生传授的(用得最多的是哪一种)?	A 讲授	1	40(21.6)
	B 讨论	2	97(52.4)
	C 演示	3	34(18.4)
	D 学生模仿操作	4	6(3.2)
	E 学生自由操作	5★2.159	8(4.3)



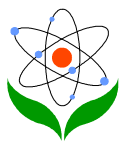
1T 中调查显示, 选 A、B 项占 65.9%。表明在中学理科实验教学中, 还是以验证性实验为主。大部分教师都知道探究性实验对学生的发展有利, 但在实施过程中, 按照验证性实验来进行。先将实验原理、操作步骤、实验现象、实验结论在黑板上详细列出, 然后要求学生按黑板上写的去做。这不利于提高学生发现问题与解决问题的能力, 也不利于提高学生的科学素养。2T 中调查显示, 选 C、D 项占 80.0%。表明教师已经注重培养学生自觉地养成记录实验数据的习惯。准确地记录实验数据, 是提高学生分析、处理数据以及处理图表并进行归纳、得出结论诸能力的重要基础。3T 中调查显示, 选 C、D 项占 52.4%。表明教师比较重视组织学生对实验结果进行交流和讨论, 这也是科学探究性学习的重要一环。表达交流就是学生把自己通过观察、测量获得的数据信息, 准确、清晰地加以表达。4T 中调查显示, 选 B 项占 52.4%。表明目前科学探究过程技能的教学以“讨论”为主。在科学教学中, 基于新课程理念对“讲授法”的局限性有所认识。超过半数的教师开始注重调动学生积极性、引导学生实际操作。但是, 针对科学探究过程技能的教学, 停留在学生“讨论”的层面是远远不够的, 应该尽可能多地创造条件鼓励学生动手操作。

### 3 学生对科学本质的认识和理解有待进一步深入

表 6 调查问卷统计分析(3)

题目	选项	赋值	百分比 (%)
1S: 科学定律是不能改变的	A 完全赞同	1	82(7.2)
	B 赞同	2	140 (12.3)
	C 比较赞同	3	192(16.7)
	D 不赞同	4★3.371	725(63.8)
2S: 世界是可认识的	A 完全赞同	4★2.036	145(12.7)
	B 赞同	3	215 (18.9)
	C 比较赞同	2	315 (27.7)
	D 不赞同	1	464 (40.7)

1S 中调查结果表明, 36.2%的学生在一定程度上赞同“科学定律是不能改变的”, 对“科学知识的相对性”, “科学知识和科学思想是不断发展变化的”还不甚了解。这很容易导致学生对科学的迷信和对科学认识过程的简单化理解。最终在科学知识的探索和接受过程中丧失批判精神, 使科学学习变成被动地接受。2S 中调查结果表明, 40.7%的学生不认同“世界是可认识的”。以上数据显示, 中学生对科学本质的理解并不乐观。很多学生对



科学的本质缺乏认识,甚至持有错误的认识。学生普遍认为科学知识是确定的和绝对的。学生的科学本质观处于比较朴素的水平。

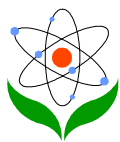
#### 4 多数学生能尊重事实、不盲目迷信现有科学证据

表 7 调查问卷统计分析(4)

题目	选项	赋值	百分比 (%)
1S: 科学包括 ( ) 等维度。 ①科学知识 ②科学方法 ③科学态度 ④科学精神	A、①	1	25(2.2)
	B、①②	2	37(3.2)
	C、①②③	3	54 (4.7)
	D、①②③④	4★3.819	1023(89.8)
2S: 我们不应该怀疑科学家所下的结论,特别是著名科学家,如牛顿、爱因斯坦	A 完全赞同	1	37(3.2)
	B 赞同	2	99(8.7)
	C 比较赞同	3	216(18.9)
	D 不赞同	4★3.537	787(69.1)
3S: 如果你做完实验后发现自己得到的结果与课本或其它同学的数据明显不同时,你会怎么办?	A 找老师问这是怎么回事		250(21.9)
	B 修改自己的资料,得出和别人一致的资料		62(5.4)
	C 相信自己是正确的,不作修改		724 (63.6)
	D 自己重新做实验,再有问题向老师请教		47(4.1)
	E 其它因素		56(4.9)
4S: 如果你收到一条短消息,“.....你把这条短信发给 10 位亲友,你就一定会交好运,否则就会灾星来到”,你会怎么办?	A 不但自己不信,还叫别人也不信这一套		491 (43.1)
	B 按短信说的做		38 (3.3)
	C 相信短信内容,但觉得麻烦,不照办		27 (2.4)
	D 认为这是迷信活动,一笑了之		583 (51.2)

1S 中调查显示,89.8%的学生认为科学包括科学知识、科学方法、科学态度、科学精神等维度。这一结果表明,绝大部分学生对科学的内涵比较了解。2S 中调查显示,69.1%的学生不赞同“不应该怀疑科学家所下的结论”,其余学生分别表示不同程度的赞同。这





表明, 仍有相当一部分学生迷信权威, 缺乏应有的批判意识。这与中国人的文化心理结构、教师在课堂中的统治地位以及教师的科学态度、科学精神是密不可分的。

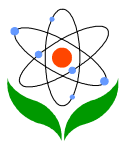
调查结果表明, 大多数的学生有正确的科学观, 在探究过程中有责任感、尊重事实, 在发现问题时能独立寻找问题所在。这是新课程改革的成果之一, 反映了学生在科学态度、科学精神方面的良好素养。但是, 3S 中显示, 有 5.7% 的学生会相信该短信息的内容, 其中 3.3% 的学生还会照办。这些学生观点的形成很可能与从小生活的环境或家庭教育有关。长期的应试教育, 也使这部分学生忙于死记硬背应付各种知识性考试。对于考试以外的事物不甚了解, 分不清科学与伪科学。

## 5 大部分学生具有较好的交流意识和合作精神

表 8 调查问卷统计分析(5)

题目	选项	赋值	百分比 (%)
1S: 科学探究主要靠自己, 不需要同学间的交流讨论、团结合作	A 完全赞同	1	22 (1.9)
	B 赞同	2	45 (3.9)
	C 比较赞同	3	77(6.8)
	D 不赞同	4★3.797	995(87.4)
2S: 在做实验时, 你希望怎么办	A 自己独立完成		302(26.5)
	B 与同学合作完成		246 (21.6)
	C 在老师的指导下独立完成		375(32.9)
	D 在老师和同学的帮助下完成		216(19.0)

1S 中调查显示, 大部分学生具有合作意识, 而希望自己独立完成难题的学生可能个性比较独立, 或者合作意识淡薄。在当今这个飞速发展的社会, 个人的力量总是有限的, 教师应该鼓励学生在超出自己能力范围的时候, 多向他人请教, 逐步养成合作的精神。2S 中调查显示, 有近 50% 的学生希望得到教师的指导。这和目前中学的实验教学现状有关, 以指导性的实验为主, 很少进行探究实验。香港的中学实验曾经主要是一些高度指导性的活动, 未能提供机会让学生进行科学探究, 这种方式的实验受到了批评。专业人士为此开展了系列研究, 其中包括“促进探究技巧的理解与掌握”计划。[8]这就给我们中学的科学实验教学一个启示: 注重探究实验, 让学生在探究中养成交流意识和合作精神。

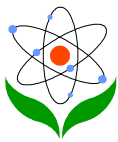


## 6 现行评价体制影响学生科学探究过程技能的认识与学习

表 9 调查问卷统计分析(6)

题目	选项	百分比 (%)
1T: 目前在中学科学教学中, 学生掌握科学探究过程技能的主要限制因素是什么?	A 学校投入不够 (如设备, 材料, 网络等)	38(20.5)
	B 教师自身对科学探究过程技能不熟悉	4(2.2)
	C 现行评价机制, 只重视知识考查, 不重视科学探究过程技能的考查	121(65.4)
	D 教师知道学生掌握这些技能的重要性, 但不知道如何指导学生	12(6.5)
	E 其它因素	10(5.4)
1S: 下列观点中, 你赞同的是?	A 科学探究不是科学学习的核心, 学习科学的重心环节不是探究。	55 (4.8)
	B 科学探究就是提出问题、建立假设、进行实验、解释数据、表达与交流。	139(12.2)
	C 科学探究的结果是可以重复的。	880 (77.3)
	D 科学探究过程中, 针对不同的问题可以用相同的探究方法。	65(5.7)

1T 中调查显示, 选 C 项的占 65.4%。表明影响课堂探究实验教学的因素首先是现行评价体制。学校关注中考、高考成绩, 这就导致学校和教师为了提高学生的应试能力, 不得不放弃对学生探究能力的培养。其次, 受到现有实验条件的制约。由于各个地区经济发展水平的不均衡、对教育认识不同, 从而对教育的投入也有所不同。这些也是限制学生科学探究过程技能水平的因素。此外, 还受教师自身业务素质的制约。1S 中调查显示, 有 77.3% 的学生不赞同“科学探究的结果是不可以重复的”的观点, 也就是说还有 22.7% 的学生对科学探究的一般认识还存在不足。这与现行的评价机制、教师的要求以及学生没有系统地进行过科学探究活动, 学生失去独立操作的机会有关。



## 7 师生对过程技能的认知影响学生科学探究过程技能的掌握

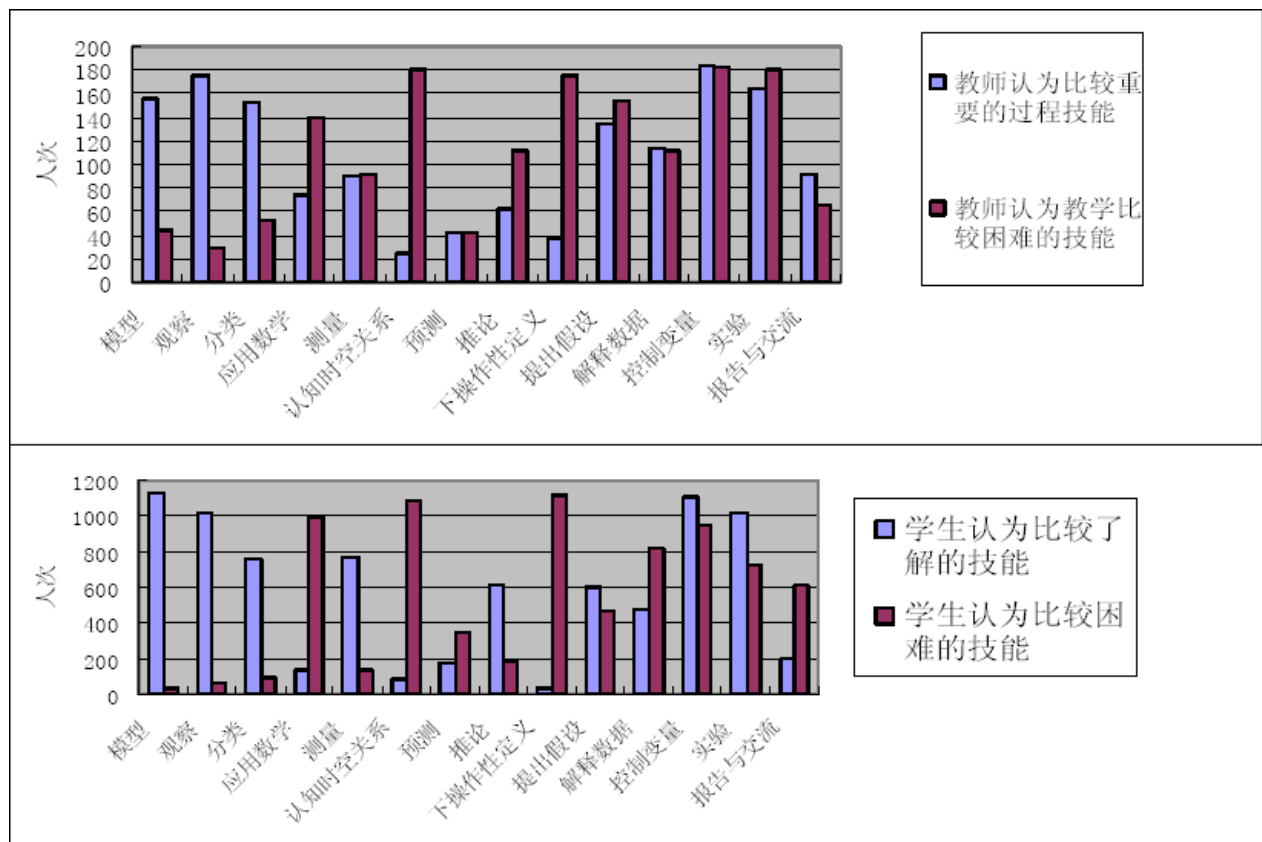
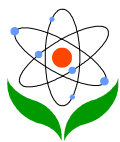


图 1 师生对过程技能的认识与在教、学中比较困难的过程技能

调查显示,在这 14 种过程技能中,师生比较了解的同时教与学困难较小的有模型、观察、分类。(考虑到初中学生,尤其是初一、初二学生可能会不清楚调查表中提到的 14 种过程技能,如“下操作性定义”、“认知时空关系”等,选项作了相应的调整,用词浅显,让学生明白易懂。否则会影响调查结果的信度。)师生不太了解的同时教与学较困难的有认知时空关系、下操作性定义。师生比较了解的同时教与学较困难的有控制变量、实验。此外,学生很不了解的有下操作性定义、认知时空关系、应用数学等 3 种。这可能与教师教学重点有关。模型、控制变量、实验等在中学教材中都有明确要求,学生比较了解,像下操作性定义、认知时空关系、应用数学这些教材中没有明确要求的技能,学生不太了解。调查统计显示教师认为应用数学、认知时空关系、下操作性定义、解释数据、控制变量等过程技能的教学存在困难。调查表明,师生认为比较困难的技能与师生对这些过程技能的认知程度有关。教师认为教材中涉及比较多的、自己比较熟悉的过程技能比较重要,而自己不太熟悉的、教材中又没提及的过程技能相对不重要。因此,教师的正确引导会对学生认为比较困难的技能的掌握起到一定的促进作用。



## 8 不同年级学生的科学探究过程技能水平存在差异

表 10 学生科学探究过程技能总体得分情况

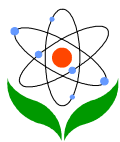
总分	最高分	最低分	平均分	标准差	偏度 (sk)
100	68	8	31.82	12.17	0.14

表 11 各年级学生总体科学探究过程技能的描述统计

年级	初一	初二	初三	高一	高二	高三
人数	198	205	186	190	201	159
最大值	56	60	61	55	67	59
最小值	9	7	8	9	12	10
平均分	29.67	31.53	30.49	33.54	35.18	37.57

表 12 各年级学生总体科学探究过程技能的平均分差异检验 (Dunnett't)

(I) 年级	(J) 年级	差异性 (I-J)	标准差	95 % 置信区间	
				下界	上界
初一	初二	-1.7566	1.3047	-5.6305	2.1172
	初三	-0.7467	1.30223	-4.2488	2.7554
	高一	-3.8972	1.5187	-7.9624	0.1677
	高二	-5.4814 *	1.4465	-10.0993	-0.8634
	高三	-7.8857 *	1.4804	-11.8853	-3.8864
初二	初一	1.7566	1.3049	-2.1172	5.6305
	初三	1.0097	1.4042	-3.0276	5.0478
	高一	-2.1407	1.6071	-6.6752	2.3941
	高二	-3.7249	1.5386	-8.7613	1.3115
	高三	-6.1291 *	1.5710	-10.6047	-1.6533
初三	初一	0.7467	1.3023	-2.7554	4.2487
	初二	-1.0097	1.4041	-5.0475	3.0276
	高一	-3.1507	1.6050	-7.3720	1.0711
	高二	-4.7346	1.5367	-9.4911	2.154E-02

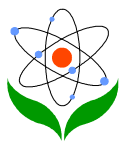


	高三	-7.1391 *	1.5686	-11.2974	-2.9805
高一	初一	3.8974	1.5187	-0.1676	7.9624
	初二	2.1405	1.6072	-2.3943	6.6755
	初三	3.1506	1.6048	-1.0711	7.3720
	高一	-1.5843	1.7243	-6.7695	3.6011
	高三	-3.9882	1.7526	-8.6312	0.6543
高二	初一	5.4815 *	1.4466	0.8636	10.0994
	初二	3.7247	1.5387	-1.3113	8.7611
	初三	4.7348	1.5365	-2.1541E-02	9.4913
	高一	1.5843	1.7242	-3.6012	6.7648
	高三	-2.4042	1.6905	-7.5383	2.7294
高三	初一	7.8858 *	1.4805	3.8864	11.8852
	初二	6.1290 *	1.5708	1.6533	10.6048
	初三	7.1390 *	1.5687	2.9805	11.2972
	高一	3.9885	1.7527	-0.6546	8.6311
	高二	2.4043	1.6904	-2.7295	7.5382

注: \*表示差异显著

为了清楚地了解学生的科学探究过程技能水平现状,我们对调查结果进行了赋值统计。从表 10 统计结果来看,学生的科学探究过程技能得分的偏度小于 1,符合正态分布。学生过程技能的平均得分为 31.82 分,分数相对集中在 15~45 分段,普遍偏低,表明中学生科学探究过程技能总体水平不高。表 11 统计结果显示,随年级的升高科学探究过程技能总体平均分大致由低到高。表 12 是进一步用 Dunnett't 检验差异性的结果:①高三、高二、高一的学生之间过程技能水平差异不显著,初三、初二、初一学生之间过程技能差异亦不显著,即高中生的科学探究过程技能水平相当,初中生的科学探究过程技能水平也相当;②初三学生与高一、高二学生过程技能水平差异不显著,但与高三学生水平差异显著;初二学生与高一学生过程技能水平差异不显著,但与高三、高二学生技能差异显著;初一学生与高一学生技能水平差异不显著,与高三、高二学生技能水平差异显著。

总体来说,高中生科学探究过程技能水平要高于初中生。表明学生知识的获得和能力的培养需要一定生活经验的支撑,年龄稍大的学生知识、经验也相对丰富,掌握科学过程技能就相对容易。在科学教学过程中,教师应充分发挥学生已有的知识、经验在提高科学探究过程技能水平中的作用。



## 9 性别、学校性质对学生科学探究过程技能水平的影响

表 13 学生科学探究过程技能平均分差异检验

比较项目		人数	平均分	标准差	T 值
性别	男	590	32.26	12.57	0.86
	女	549	32.41	11.86	
学校性质	省市重点	402	34.92	12.15	0.00*
	一般学校	737	30.35	11.89	*

注: \*\*表示差异显著

在理科教育上, 教师、家长普遍认为, 女生学习理科比男生困难。但是本次调查的结果显示, 女生科学过程技能的总平均分略高于男生, 进行 t-test 检验, 男女生在科学过程技能水平上未达到 0.05 水平上的显著差异, 即性别的差异与科学探究过程技能水平没有显著的差异, 支持台湾学者的研究结果。[9]但科学过程技能的总分难以反映男女生认知及非认知特点, 深入到各过程技能有待进一步研究。

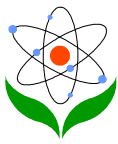
一般而言, 重点学校学生的学业成就水平普遍高于一般学校的学生。调查结果显示, 重点学校学生的科学过程技能水平也显著高于一般学校的学生。但是, 究竟是教学环境、教学投入、教师因素、学生因素、还是家庭背景造成了此差异, 需要做进一步的研究。

## 小结与建议

本次调查结果表明, 安徽省中学科学教师对科学探究实验教学的认知水平普遍不高, 对探究实验教学不够重视, 中学科学实验开设还是以演示性或验证性实验为主。科学探究过程技能的教学仍以讲授、讨论为主; 现行的评价体制影响学生对科学探究过程技能的学习。安徽省中学生的科学探究过程技能水平普遍不高。大多数学生的科学本质观还处于比较朴素的水平, 缺乏批判精神。在 14 种科学探究过程技能中, “应用数学”、“认知时空关系”、“下操作性定义”、“解释数据”、“控制变量”相对来说是学生学习最为最难的。基于调查结果以及中学理科实验教学实际, 对安徽省理科教师提出以下建议:

### 1 改进学生应用数学的能力

数学在科学研究中起着独特的作用。数学方法为科学研究提供数量分析, 对研究对象进行定量的分析, 从而精确地把握事物的变化规律和特点, 以便描述所研究的问题。应用数学方法是最基本的科学探究过程技能之一。在科学探究的过程中, 学生是非常需要掌



握这种能力的。因此，教师要有意识地培养学生应用数学的能力，这有助于学生观察记录的完整性和对实验数据进行有效处理。中学理科实验中常用的数学方法有：数学公式法（如密度=质量/体积）；几何图形法（如平面镜成像、运动的速度曲线、力的合成与分解、利用电力线描述电场）；算术平均法（如测纸张厚度、测金属丝的直径、测凸透镜的焦距）；比例法（如弹簧伸长与外力的关系、温度计的刻度）；表格法（如电流与电压的关系实验）。

## 2 帮助学生认知时空关系

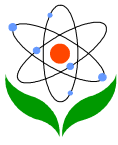
学生的学习与生活总是与时空相关联的。我们平常所处的空间是长、宽、高三维所构成的。如果长、宽、高这三个数字都是零的话，即是零空间。如果长、宽、高中有一个数字是零的话，便构成二维空间；如果长、宽、高中有两个数字是零的话，便构成一维空间。三维的空间与一维的牛顿物理学时间组成了一个四维结构，即为时空。无论是物体的运动、化学反应、生物的生长，还是星球的运动，都处于时空中。因此，理科教师帮助学生了解时空的关系以及它们变化的规律，对学生学习科学是非常重要的，科学教师应积极引导学生在领悟时空关系。至少要求学生了解以下几点：能了解四维空间的含义；能把握周期性的关系；能选择适当的时间、空间单位；能作坐标系的变换；能将抽象概念转变成具体概念。

## 3 提高学生下操作性定义能力

在科学学习和实验中，对研究对象进行适当的操作性定义，往往要经历一个逐步发展和提高的过程。从丰富的感性材料入手，通过观察、实验和运用各种直观材料、教具、模型及学生的生活经验等来获得一定的感性材料，是下操作性定义和学习理解概念的前提。在学生获得感性材料的基础上，教师要培养学生对材料进行比较分析和归纳总结的能力，提高学生就具体现象进行概括、归纳形成一个适当的操作性定义的水平。

## 4 促进学生解释资料能力的发展

在科学实验、调查过程中，所获得的数值或数据称为数据。运用数学知识对数据加以整理、分析、归纳，得出结论，形成推论的过程就是解释数据。解释资料有助于学生寻求问题的解决，教师要针对性进行指导。在实验、调查过程中，学生收集了数据、数据信息后就要对数据分析统计，确定数据范围、平均值和众数值，根据资料范围作图和寻找异常资料，从中找出规律性的东西。在分析数据过程中，一定要重视数学方法的应用。教师着重于培养学生①把数据进行整理或合成图表，能用几句话进行描述；②把资料进行统计，以求取平均数；③数据之间进行比较，或把数据作为种种推论的依据；④把数据与数据、原因与结果的关系加以分析，以发现“规律性”的东西；⑤实验前常作出假设，根据假设设计一个可行的实验，以获得数据，分析此数据与原先的假设有什么关系；⑥进行归纳，得出结论，能否发现有关自然界的一些规律，或者发现更为重要的法则。



## 5 提高学生控制变量能力

控制变量的过程是根据实验目的、运用一定的实验仪器与设备控制实验的过程。任何一项科学实验,都必须根据实验目的,确保自变量可操作,因变量可测量,无关变量可控制。教师要促进学生要清楚地理解这三类变量的含义及其之间的关系。教师普遍认为控制变量既是比较重要的,同时也是较困难的过程技能。现行中学理科教材、练习与考试的实验设计中都会考查控制变量。但是,控制变量的教学应该与实际操作相结合,否则,效果不理想。控制变量是科学实验的基础,更是发展学生科学探究能力所必需的。因此,科学教师应该帮助学生在科学探究过程中,逐步领悟这一科学方法,在探究中理解科学。教师在科学实验教学中通过科学史上某些经典的科学实验,能使学生会控制变量对科学研究的重要性,认识到控制变量是科学实验的灵魂。此外,要给学生提供实验探究的机会,引导学生亲历控制变量的过程,逐渐形成控制实验条件的意识,发展控制变量的能力。

学生探究过程技能的培养是一个循序渐进地形成和发展的过程。不是每个实验都能培养14种探究过程技能,一种技能可由多个实验来培养。教师要确定每个实验要着重培养学生哪些方面的能力。通过科学实验教学,要使学生了解科学实验的基本程序,帮助学生掌握一些基本的实验方法。在实际的操作中,教给学生一些基本的实验方法,有利于学生对探究过程技能的掌握。

## 参考文献

- [1] 徐学福.论面向真实科学[J]. 教育研究, 2002(9): 77.
- [2] 杨冠政.各国科学课程发展趋势[J].科学教育(台湾), 1977(6): 42-53.
- [3] Michael J. The Relationship Between Science Process Skill and Formal Thinking Abilities[J]. *Journal of Research in Science Teaching*, 1983 (3): 239-246.
- [4] Brotherton, Peter N. Science Process Skills: Their Nature and Interrelationships [J]. *Research in Science and Technological Education*, 1995(1):5-11.
- [5] 王健、刘恩山.生物学教育中的科学过程技能[J].生物学通报, 2007, 42(1):33-34.
- [6] 王永胜.中学生物学实验技能[M].吉林:吉林大学出版社, 2001: 2.
- [7] Lee O, Fradd S H. Science for All, Including Students From Non-English-Language Backgrounds [J]. *Educational Researcher*, 1998 (4):12-21.
- [8] 许雪梅、郑美红、杨宝山.香港高考实验评价改革:实地考察与启示[J].课程·教材·教法, 2010(2):102.
- [9] 黄世杰.台湾学生科学过程技能学习成就水平之研究[J].科学教育(台湾), 1990(1):46-52.