

# 创意教学实践：在小学教育中运用科学探究教学

谢永祥

九龙礼贤学校

电邮：[alexwctse@sinaman.com](mailto:alexwctse@sinaman.com)

收稿日期：二零零一年十一月二十六日

---

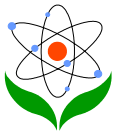
## 内容

- [导论](#)
  - [本教学设计的理论背景](#)
  - [实践篇](#)
  - [反思篇](#)
  - [总结篇](#)
  - [参考资料](#)
- 

## 导论：科学探究过程与小学科学教育

不少人提起科学，多是从知识内容去看，但可能同样重要的，是科学亦是一个求知的探究过程，两者中谁较重要，学者时有争论。但无论如何，在小学科学教学中运用科学探究过程，却日渐成为一个热门课题。本文透过个案研究的方式，以小四科学作教学情景，去运用科学探究教学法。一方面尝试去改进教与学，亦藉此尝试突破一般以「教师为经，课本为纬」的教学框架（苏咏梅，2000；王美芬和熊召弟，1995）。

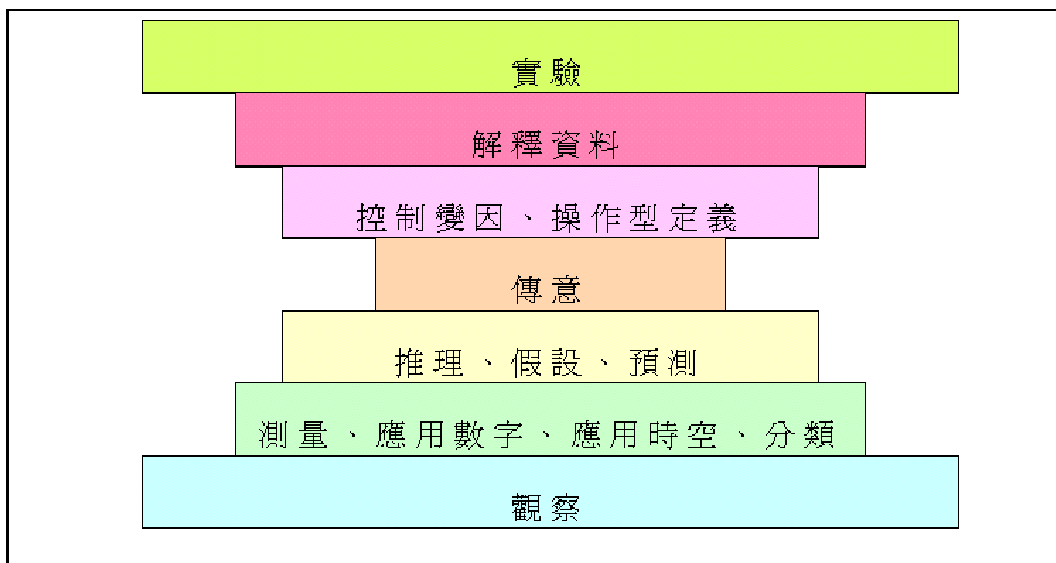
在理论部分之前，笔者首先想澄清，本教学设计所运用的科学探究过程 (Scientific Investigation) 乃源自科学科的一种求知过程，并非其它科目所指的探究教学法 (Inquiry Teaching Method)，两者虽有相似，但却有不同之处。当然，有时“*Inquiry*”一词有时亦会用作形容科学探究教学法，但其主要泛指其它非科学科的探究教学法 (林宝山，1995；Joyce & Weil, 1996；Kellough & Roberts, 1998；Starko, 2001)。



## 本教学设计的理论背景

### 科学探究的技巧与步骤

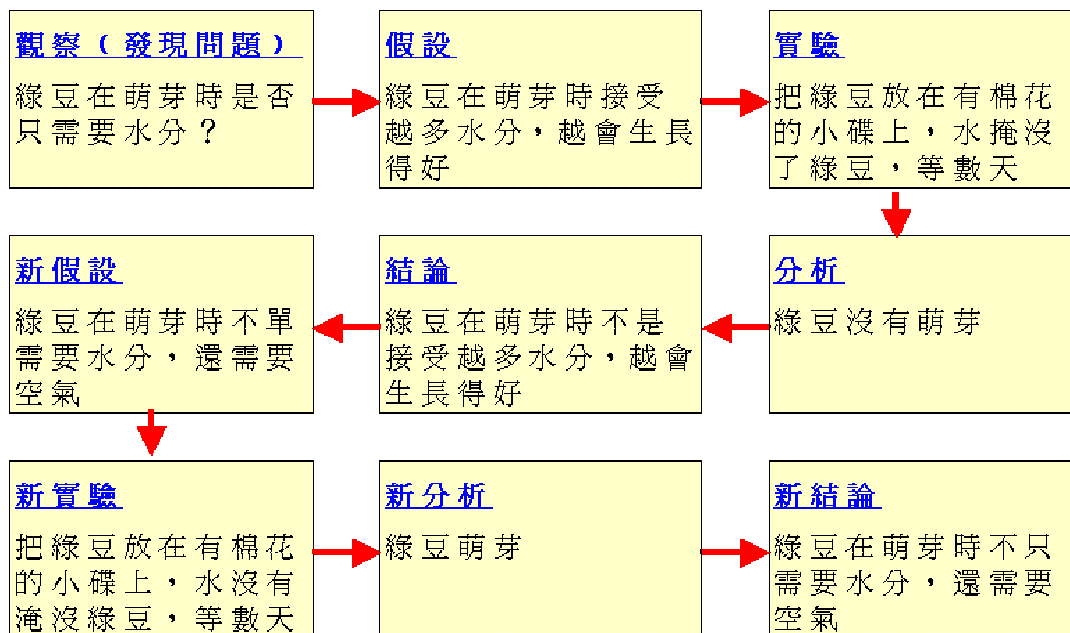
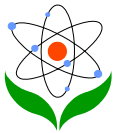
运用科学探究过程教学, 当中主要包括科学探究的技巧与步骤。首先让我们了解甚么是科学探究过程的技巧。根据香港课程发展议会的《小学课程指引》, 探究技能包括搜集资料、观察(运用五官)、辨别、分辨事物的异同、分类、假设、设计及进行简单的实验/测试、应用简单的科学概念、推理。(香港课程发展议会, 1993), 这些技能在层次上有高低之分。钟圣校所综合的比以上更全面, 当中包括观察、应用时空或时间关系、分类、应用数字、测量、传意、预测、推理、控制变因、解释资料、形成假设、下操作型定义、实验, 当中的技巧亦有高低层次之分(钟圣校, 1995)。(见图一)



图一：科学探究的技巧

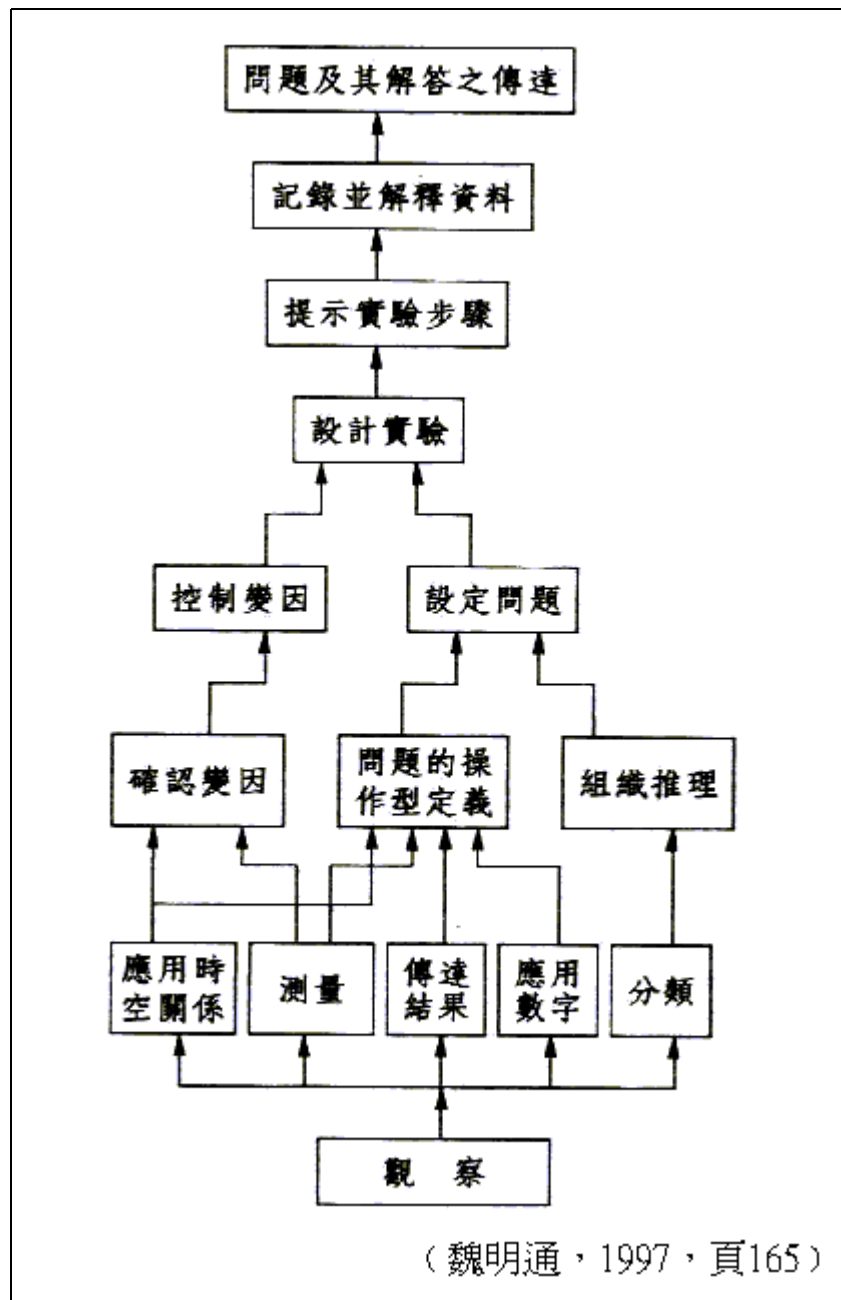
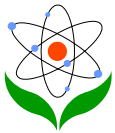
从技巧的角度, 本文第二部分的实践篇当中的教学设计则重了训练学生的观察、分类、假设及进行实验等能力。

除了探究过程的各项技巧, 我们还需探讨科学探究的步骤, 以下便是应用科学探究步骤去处理小学科学课题的例子(见图二)。



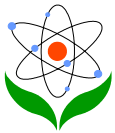
图二: 应用科学探究步骤去处理小学科学课题的例子

要特别注意的是探究技巧和步骤并非两个完全独立的系统, 反之两者却起着密切的关系。在小学科学教学运用科学探究过程时, 教师应在不同的探究步骤中, 训练学童不同的探究技巧, 例如魏明通曾引述美国科学促进会公布的「科学-活动过程教学」, 其中提倡的实验探究解决问题程序便是好例子, 见图三。



图三：探究技巧和步骤并非两个完全独立的系统

例如在以上的「绿豆萌芽」探究步骤中，可训练学童的探究技巧包括观察、应用时间或空间的关系、传意、推理、形成假设、控制变因等，视乎整个实验如何设计。而整套探究步骤本身便为整个科学探究过程提供解决问题的思考方法。所以科学探究过程有助小学科学的学习。



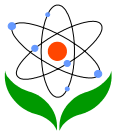
在香港的情况,更直接地将科学探究过程和小学科学教育拉上关系,要算是《小学课程纲要-常识科》的面世。当中,探究技能被规范在科学及科技学习的范畴之内,反映了小学科学教育为科学探究过程提供了一个重要的学习情境,此教学设计选了小四科学课题去实践科学探究过程,而当中学生的实验设计亦会循以上的科学探究步骤。

笔者认为学生要学好科学这门学问,不单只如上所提及的要掌握科学探究过程的知识内容及技能运用,同等重要的是有关的情意学习(affective domain),即对学生的科学态度及有关价值观的培养,这其实与学生的学习动机和意欲有着密切的关系,这亦正配合常识科的综合学习精神。笔者发现,大部分讨论科学教育的专著或研究亦多集中在科学作为知识内容层面的讨论,但笔者认为这其实是科学教学中非常重要的一环,教师在小学科学教学可透过应用科学探究过程去培养学生有关的科学精神、态度和价值观,当中包括坚毅、谦虚、关切、求真、精确、客观、谨慎、好奇、独立思考、怀疑等等。综合来说,小学科学教育不只应为科学探究的知识和技能提供了一个理想又具体的学习环境,亦有利于进行情意学习,因他们正是科学探究及科学知识来源背后的灵魂和生命力,长期运用科学探究过程学习,更有助这些价值观能在学生心里内化。而课程发展议会最新的课程改革咨询文件,对此亦有作出鼓励(Pang, 1992; Slavin, 1991; 香港课程发展议会, 2000年11月; 余民宁, 1997; 郑燕祥, 1995)。从情意学习学的角度,本文第二部分的实践篇当中的教学设计旨在培养学生求真、客观、谨慎、好奇、独立思考、怀疑等态度。

当然,除了运用「科学探究」外,笔者在设计本教学计划时,还兼顾其它的教学理念,其中以创意教学为核心部分。其实这种「科学探究」教学法本质上已具创意教学的一些基本元素,但为求清晰,笔者将他们分开讨论。

### 藉鼓励自由创作发挥其独创力

独创力是指反应的独特性,即想出别人想不到的事物,是一个相对性的观念,因独创力是由某一项反应在全体反应所占的比例来决定。若在教学中实践,就需要各方面的配合,例如较民主的教学气氛、容许暂缓批判的教师、较开放性的习作设计及容许学生较多独立尝试的机会。在第二部分中,学生运用的自制的导体或绝缘体测试器,教师亦让其自行



设计实验, 旨在帮助发挥学生的独创性(陈龙安, 1997)。

### 知识建构而非知识灌输

本教学计划旨在透过一连串有意义的学习活动, 让学习者从经验中学习, 亦藉这些活动的趣味性去引发学习者在学习上的主动性, 避免被动的知识灌输。在整个实验过程中, 教师除了提供极少的物资外, 其余一切的工具及材料皆由学生自行设计或搜集。此外, 到了第二部分, 有关的实验亦是由学生亲自设计、进行和记录的, 旨在让他们透个亲身的经验及真实的教具学习(Mecer, 1995; 张春兴, 1994)。此外, 其实透个亲自进行实验去学习, 正配合学生的好奇、爱行动、嗜发问、惯实践的性格特征(周淑惠, 1997; Hirst & Peters, 1994)。

### 综合学习

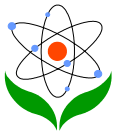
笔者认为科学教学应兼重知识、技能、态度的学习, 但遗憾的是在现时的处境中常常只有知识一面独大, 教与学变得不平衡、不全面, 但这教学设计的安排, 正好补充了之前科学技能及态度学习的不足, 使整个教学变得更整全, 更完备。有关的技能和态度学习, 上文已讨论, 这里不再重复。

## 实践篇

### 课堂实践个案研究: 将科学探究的过程真真正正地带到小学科学的教学

要讨论科学探究的过程怎样在小学科学教育中实践, 单是讨论, 实在有点儿纸上谈兵。笔者遂决定尝试在课堂中将之实践, 并从中总结出其强、弱及一些值得关注的地方。笔者尝试在小四教授「空气」这单元时在某班(以下称之为甲班)运用科学探究技巧及步骤教学, 而另一班(以下称之为乙班)则沿用传统以课本、教师为中心的教学方法, 看看由课堂预备、课堂学习、学童的反应到课后作业表现两班在不同教学法下的异同。

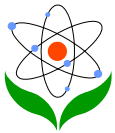
在整个单元的教学中, 当然不是每个环节都运用了探究技巧及步骤, 只是穿插使用而已, 因为不是每个教学部分皆适合运用科学探究过程。至于乙班, 则用传统的以教师、课本为中心的教学法, 所做的实验与甲班



的类同, 但教师没有提出要按以上的步骤解决问题, 而以上所列的实验亦皆只由教师示范, 学童只能从旁观察。有关的教学大纲及实验例子请参考表一。

<p>课题: 空气和植物 (小四)</p>
<p>教学目标:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>(1) 认识植物在光合作用中制造食物(尤淀粉)</li><li>(2) 运用科学探究过程, 透过亲自参与实验, 学习并掌握科学探究技巧(观察、假设、推理、控制变因)和各科学探究步骤(观察、假设、实验、分析、结论)</li><li>(3) 从实验中培养科学态度(求真、谨慎、好奇、怀疑)</li></ol>
<p>教学步骤:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 引起动机<ol style="list-style-type: none"><li>(1) 取出一盆植物, 并提问:「植物怎样维持生命?」</li><li>(2) 重温上一节的学习重点: 光合作用的过程</li></ol></li><li>2. 发展:<ol style="list-style-type: none"><li>(1) 引入主题,植物透过光合作用制造淀粉</li><li>(2) 重温科学探究过程的步骤</li></ol></li><li>3. 设计及进行实验<ol style="list-style-type: none"><li>(1) 引入实验设计(一)</li></ol></li></ol>
<p>实验一: 碘液可证明淀粉的存在</p>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. 教师提问: 「我们怎知道碘液可证明淀粉的存在」</li><li>2. 写出假设: 碘液遇上淀粉会由啡色变成紫蓝色</li><li>3. 设计实验: 将饭(即含淀粉)加入碘液, 看看碘液遇上淀粉是否会由啡色变成紫蓝色。</li><li>4. 分析数据: 饭加入碘液会由啡色变成紫蓝色</li><li>5. 结论: 碘液遇上淀粉真的会由啡色变成紫蓝色, 可以用它去证明淀粉的存在</li></ol>
<ol style="list-style-type: none"><li>(2) 实验简介(一)</li><li>(3) 运行实验*</li><li>4. 总结<ol style="list-style-type: none"><li>(1) 待实验完后作总结</li><li>(2) 实时巩固有关的学习成果</li></ol></li></ol>
<p>*注) 学生知道自己在组中有一个号数, 例如第 2 组由 7-12 号的学生组成。学号 7 号的学生便是组中的 1 号, 为免混乱, 各人准备按教师的分工指示去参与整个实验过程, 当然, 若情况许, 笔者亦会让享学生自由分工。</p>

表一: 教学计划举隅一

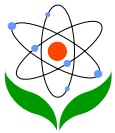


以上乃笔者在本学年上学期的尝试与反思, 其创意教学的安排可说主要侧重在创意的教学法。基于以上的经验, 笔者决定在下学期抓紧机会, 将创意教学全面推动至不同的学习层面及环节, 虽然这次未赶上分析其学习评估、组织有关反思及没有将学生分为控制及非控制组别, 其深化的创意教学设计令笔者认为它有相当的讨论价值。有关的教学大纲及实验例子请参考表二。

<p>课题: 导体和绝缘体 (小四)</p>
<p>教学目标:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>(1) 说出能让电通过的物体称为导体, 不能让电通过的物体称为绝缘体, 亦能列举生活上常见的一些导体和绝缘体</li><li>(2) 掌握观察、分类、假设、设计实验及进行实验等科学探究技巧及包括观察、假设、实验、分析、结论等的科学探究步骤</li><li>(3) 培养求真、客观、谨慎、好奇、独立思考、怀疑等科学态度</li></ol>
<p>教学步骤:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 引起动机<ol style="list-style-type: none"><li>(1) 讨论当我们运用电插苏时为甚么不会触电, 从而带出本课的主题: 「导体和绝缘体」</li><li>(2) 问学生何谓导体和绝缘体, 作简单的定义</li></ol></li><li>2. 发展:<ol style="list-style-type: none"><li>(1) 藉重温课前小组工作纸的内容, 让各组展示自制的导体或绝缘体测试器, 提醒学生该测试器必须是一个闭合电路, 有些亦要留意正、负两极的接驳</li><li>(2) 介绍各组在生活中搜集的不同导体及绝缘体, 并讨论在一般的情况下, 怎样将金属和非金属分类</li><li>(3) 掌握科学探究步骤, 并尝试举例怎样在生活中应用它去解决问题</li></ol></li><li>3. 设计及进行实验<ol style="list-style-type: none"><li>(1) 引导学生自行设计及进行实验, 并根据科学探究步骤将有关过记录下在课堂小组工作纸, 学生在组内分工合作去设计、进行及记录实验</li></ol></li></ol>
<p>课堂小组工作纸 「科学探究」实验</p>
<p>实验设计一:</p> <p>问题: 实验中的金属都是导体?</p> <p>假设: _____</p> <p>实验: _____</p> <p>分析: _____</p> <p>结论: _____</p> <p>(若结论与假设相同, 不需填以下部份)</p> <p>新假设: _____</p> <p>新实验: _____</p> <p>新分析: _____</p> <p>新结论: _____</p>
<ol style="list-style-type: none"><li>(2) 教师到各组观察, 提供指导及协助</li><li>(3) 抽样分享实验的设计记录</li></ol>
<p>4. 总结</p> <ol style="list-style-type: none"><li>(1) 藉简单的评估学生的学习表现, 实时巩固有关的学习成果</li></ol>

表二: 教学计划举隅二





## 反思篇

透过这次尝试, 教师和学生亦得益不少, 以下乃组织后的反思。

### 设计构想和安排上的问题

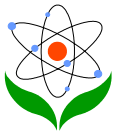
运用科学探究过程, 笔者发现备课时最大的困难是实验用品的搜集。乙班的教学只需要预备一套供教师使用便可, 但在甲班, 由于要鼓励同学亲身尝试, 就算是分组进行亦最少需要五套实验用品, 所以最好的方法还是运用生活常见的物品代替。第二个困难便是时间上的紧迫。教师每天面对沉重的工作量, 当运用科学探究过程教学, 教师要将课堂预备得这么充足, 计划得这么仔细, 背后付上的时间心血实在不少, 况且小学鲜有实验助理员, 备课由资料搜集、找寻实验用品、教学及实验设计、事前测试等都要教师一手包办, 所以要教师在小学科学教学运用科学探究技巧, 便倍加吃力。

此外, 原有的课程设计本身亦是一个问题, 教师虽然可让学童在一连串的探究步骤学到不同的科学技巧, 但现时小学常识科的课程(尤其是小学一至三年级)仍以知识导向为主, 探究技巧及步骤的学习相比下显得没有那么重要及迫切, 所以要在科学课题中运用科学探究过程学习, 就要如某些学校, 只好自行进行校本的课程设计。另一方面, 笔者认为课本内容亦没有充足的配合, 当中并没有足够的探究活动, 教师需要作一定程度的教学及课程调适。但学校的文化未必一定配合这种改变, 笔者算是幸运, 虽然只是 18 班的学校, 但亦设有课程统筹主任, 协助同事进行有关的工作。

### 资源的缺乏

运用科学探究过程在课堂学习时, 笔者发觉主要的限制是由于资源上的缺乏。首先是课室空间上的限制, 不同组别的学生去做实验时常互有碰撞。其次是人手上的限制, 教学中, 教师经常需要同一时间兼顾多项事情, 例如分派实验用具, 控制课室内的秩序, 留意同学的安全, 对各组同学提供实时的实验指导及支持等, 笔者觉得有时实在分身不下, 若遇上学童人数较多的班别, 便倍加吃力。

除此之外, 紧凑的教学进度亦形成了一个无形的限制, 例如笔者任教的



学校其常识科教节每班每周只有四节, 即平均每两个教节要教授完一个常识科课次, 更大问题的是每个教节只有三十分钟时间。所以相比之下, 面对这赶急的教学节奏, 传统以教师、课本主导的教学法可算是更有「效率」, 实践科学探究过程便显得较困难, 尤其更糟的是实验进行时往往因着学童小小的错误而牵涉很多意料之外的结果, 令教师在课堂时间管理上常束手无策。例如, 在分辨导电体和绝缘体的实验中, 笔者曾遇到学童不小心地把电灯泡掉在地上弄破了, 实验立刻要暂时终止。

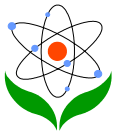
### 鼓励了创意教学

纵使面对以上的困难和限制, 但正所谓一分耕耘, 一分收获, 纵使甲班的备课时间比乙班长, 运用科学探究的过程却可以提供一个发挥创意的教学环境, 因它由提出问题、实验设计、实验用品选择等皆鼓励有创意的教与学, 笔者在备课过程中亦有不少启发, 以上想出用透明食物盒代替盛水的器皿便是一例; 在其中的一个实验中, 笔者亦因此而想出用学童较熟悉的饭粒代替较陌生的生粉。而事实上, 实验用品改用学童生活常见的用品, 更可以使学童对学习更投入, 同时亦鼓励了他们在可能的情况下在家中重做实验。当然, 笔者要提醒学童一定要在家长陪同下才可做实验, 免生危险。其实总结而言, 这亦正配合香港教育学院李荣安教授所提出的「廿一世纪教师的角色」, 即教师亦是学习者, 与学生一同成为知识的创造者(李荣安, 1999)。此外, 从学童的角度, 在下学期的学习中, 学童因着可以自行设计实验, 在加强了学习动机的同时更帮助了发挥学生的独创性。

### 促成有趣、有意义的学习活动

在小学科学课题中运用科学技巧探究过程, 亦大大丰富了当中的教与学, 学童能不断学习掌握不同层次的探究技巧。当中包括细心的观察、控制变因、预测结果等。在不同的实验中, 笔者亦鼓励学童一同参与实验的设计、假设的形成、应用数字去解释实验的结果及作出分析。

此外, 学童更渐渐学到应用探究步骤作为解决问题的思考工具, 甚至有些学童能实时运用科学步骤去解决一些生活上的问题。所以笔者期望这可以不断提高学童的探索力、分析力及解难力, 因它可提供理性和逻辑思维方法的训练。这些教学成果是传统以教师、课本为主的直接灌输法望尘莫及的。在这样的情况下, 学童的思维便可在更高的层次发展, 而



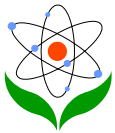
不是单在学习强记事物。结果，学童在引导下去明白事物，然后学习较高层次的应用和分析。

同样值得讨论的，是笔者认为运用科学探究过程突破一般只集中在词语及逻辑思维学习，有助培养学童在其它方面的多元智能。当然，运用科学探究过程学习，其范围亦包括词语及逻辑思维学习，但不只于此，当中还可以包括空间智能、人际智能及自然观察智能等的学习，视乎教学程序的安排。还要补充的，是这种学童做实验时这种分组学习基本上揉合了合作学习 (Co-operative Learning) 的原素，透过这合作学习的过程，学童彼此形成了相需相成的关系，每个学童分担不同责任的领导角色，亦可发挥小组的检讨效果，遂在小学科学课题中实践科学探究过程促成有趣、有意义的学习活动 (Gardner, 1997; 李咏吟和单文经, 1997; Tang, 1996)。

### 引发学生愉快、主动地建构知识并达至综合学习

响应本教学设计的理论背景，其教学成果基本上是配合所预期的。一般来说，笔者发现在课室中进行实验，绝大部分学童都会特别雀跃、兴奋，更何况现在可以让他们亲身尝试。继而一连串正面的影响是学童更有学习动机，对课堂上的学习更投入，而这正配合笔者在甲班教学的观察，尤其明显的是甲班学童平时比乙班的较被动，但运用了科学探究过程后，甲班的学童在学习上反而比乙班积极、主动、投入，因借着亲身尝试，学童可从经验中学习，亦引发了他们在学习上的主动性，知识藉此而得以建构。另一方面，笔者发现不少甲班的学童会在家中反复将实验重试(当然，要提醒学童一定要在家长陪同下重试)，学会自学，并视之为有趣的活动，其教学效果之理想是笔者所料不及的。在教授乙班时，教师其实只在把知识灌输，较少关注学童对知识的发展和理解。

笔者认为，利用科学探究过程能带来这么理想的效果，是因这正配合学童的好奇、爱行动、嗜发问、惯实践的特征(周淑惠, 1997; Hirst & Peters, 1994)，而这亦显示在小学科学教育运用科学探究过程可创造一个理想的情意学习环境，加上过程中所训练出的技巧及实验中所建构的知识，形成了一个综合学习。遂总结来说，教学的质素及效能亦得以提升，优胜于传统的教学方法。

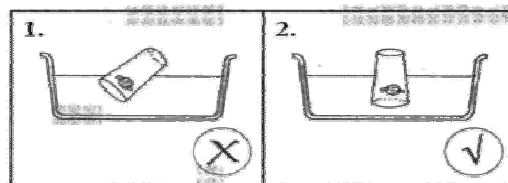


## 课后作业的表现: 有助改善学习上的个别差异

综合来说, 运用探究过程学习, 如以实时的功课作为评估的标准, 真的提高了学童的学习表现。纵然甲、乙两班一向的成绩是近似的, 但笔者发现在运用探究过程后, 无论是作业或工作纸, 甲班的表现均比乙班的较优胜, 这尤其因为甲班学童彼此成绩的差异比过往的少, 一向成绩好的学童多能维持一贯的优良成绩, 个别还有更进一步的, 然而一些一向成绩较弱的学童不少有明显的进步。笔者发现其进步尤集中在有关实验的题目(图五)、与实验有关的概念题目(图六)及需要进一步思考的题目(图七)。



在兩個杯裏放一片乾棉花, 然後把杯放入水中。哪片棉花仍是乾的? 在  內加「√」; 哪片棉花濕了? 在  內加「X」, 並解釋原因。

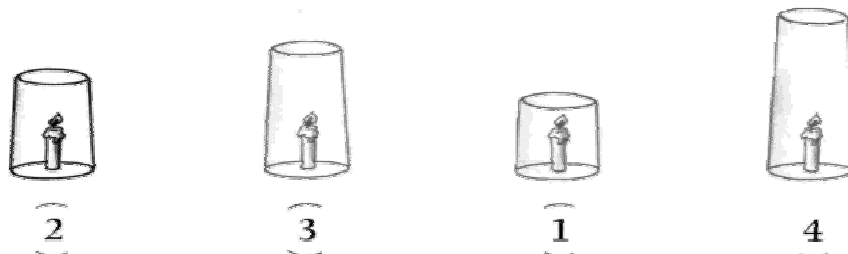


原因: 把杯垂直放入水中, 因為杯裏有空氣, 空氣佔有空間, 所以水不會進入杯裏。把杯傾斜放入水中, 杯裏的空氣走了出來。水便可以進入杯裏, 所以杯裏的棉花是濕的。

图五: 有关实验的题目

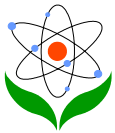


依照蠟燭熄滅的先後次序, 在 ( ) 內填上 1、2、3、4。

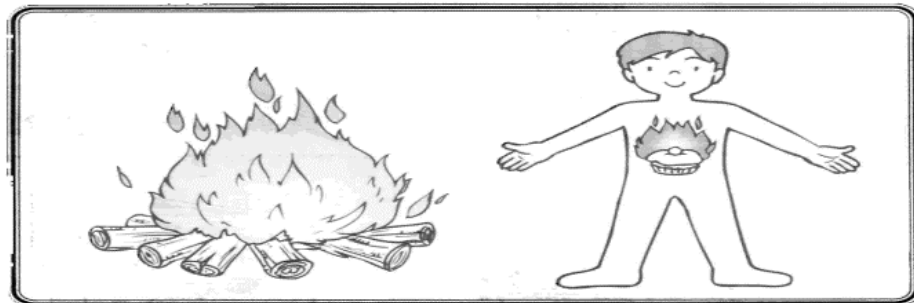


瓶子內空氣越少/多, 蠟燭越快/慢熄滅。

图六: 与实验有关的概念题目



\* 四 比較 找出燃燒和身體內的氧化作用相同和不同的地方。  
把答案填在\_\_\_\_\_上。



兩者都需要 氧氣 , 會產生 能量 和 二氧化碳 。  
但燃燒的變化速度較 急劇 。

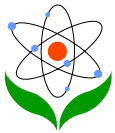
图七: 需要进一步思考的题目

当然, 以上的比较还未最全面, 但多少反映在小学科学教学运用科学探究过程能改善学童的学习表现。

若以测验作为总结性评估作比较, 与不少初步运用新教学方法的学习评估结果相似, 甲、乙两班的学习成绩没有明显的差别, 但正如以上所讨论的, 甲班学生的学习动机明显地因此而提升了, 这是可以肯定的, 绝对是一个好开始。

## 总结篇

从以上种种去分析, 笔者认为, 让学童学习科学探究方法比起学习科学本身的知识同等重要, 因它不单鼓励学童在课堂上主动学习, 亦同时有助学童自发学习或将已有知识深化, 知识因此亦而得以建构, 遂教师应帮助学童掌握科学探究技能和步骤。而如上文所提及, 科学教学正好为学习探究技能提供一个理想的学习环境, 所以科学知识、技能和情意的学习可同步进行的, 这方向对高年级的小学学童尤其正确, 而其中更可以有可能会发挥其独创力。当然, 培养学童科学方法、技能及有关的情意学习确实会比教授科学知识难, 其原因上文已一一提及, 但能够引导学童对他们不认识的问题进行探究, 加上有关的思维训练, 在小学学习中实践科学探究过程, 应进一步加以推广及肯定。

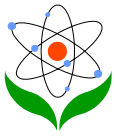


笔者认为科学教学应兼重知识、技能及有关的情意学习，但遗憾的是在现时的处境中常常只有知识一面独大，教与学变得不平衡、不全面，但借着实践科学探究技能，正好补充了之前科学技能及情意学习上的不足，使整个教学变得更整全，更完备，达至综合学习。

展望未来，虽然小学科学教育确实为学习科学探究过程提供了一个非常理想的学习情境，但笔者认为这只是一个起步，学童在掌握科学探究的技能后还可以在不同科目中运用。例如笔者读大学时是主修历史的，在日常生活分析跟历史无关的问题亦有时会运用史学的方法去解决：分析问题的外证、内证，凡事爱问因由，嗜追查原始资料等。所以科学探究亦会这样发展，在这信息爆炸的年代，不只在科学学习中运用，更会成为跨科目的学习技能，由科学学习，继而到整个常识科，再伸延至其它学科，帮助学童去探索、分析及解决问题。

## 参考资料

- Gardner, H. (1997): , 《MI 开启多元智能新世纪》，台北：信谊。
- Hirst, P.H. & Peters, R.S. (1994), 《教育的逻辑》，香港：五南。
- Joyce, B. & Weil, M. (1996). *Model of Teaching*. Boston : Allyn and Bacon.
- Kellough, R.D. & Roberts, P.L. (1998). *A Resource Guide for Elementary School Teaching: Planning for Competence*. Upper Saddle River, New Jersey : Merrill.
- Pang, K.C. (1992). *Lesson Planning*. Hong Kong: Longman.
- Slavin, R. E. (1991). *Educational Psychology*. Boston : Allyn and Bacon.
- Starko, A.J.. (2000). *Creativity in the Classroom*. London: Lawrence Erlbaum.
- Tang, C. (1996). Collaborative Learning: the Latest Dimension in Chinese Students' Learning. In Watkins, D.A. & Biggs, J.B. (ed.) *The Chinese Learner: Cultural, Psychological and Contextual Influences*. Hong Kong: CERC & ACER.
- 王美芬和熊召弟 (1995), 《国民小学自然科学教材教法》，台北：心理。
- 林宝山 (1995), 《教学论：理论与方法》，台北：五南。



李咏吟和单文经(1997), 《教学原理》, 台北: 远流。

李荣安(1994. 12. 4), 《迈向 2000 教师何去何从? 从亚洲各国教育改革看廿一世纪教师的角色》, 香港教师会 1999-2000 年度教学研究周年大会主题演讲。

余民宁(1997), 《教育测验与评量》, 台北: 心理。

周淑惠(1997), 《幼儿自然科学证验教材教法》, 台北: 心理。

香港课程发展议会(1993), 《小学课程指引》, 香港: 印务处。

香港课程发展议会(2000), 《学会学习: 学习领域, 小学常识科》, 香港: 印务处。

钟圣校(1995), 《国小自然科学课程教学研究》, 台北: 五南。

郑燕祥(1995), 《教育功能与效能》, 香港: 广角镜。

魏明通(1997), 《科学教育》, 台北: 五南。

苏咏梅(2000), 小学科学学习, 辑于苏咏梅主编《小学科学学习活动经验汇编》, 香港: 香港教育学院, 页 1-3。