

# 安徽省中學科學探究過程技能的教學與學習現狀調查分析

方鹹圍<sup>[1]</sup>、陳志偉<sup>[2]</sup>

<sup>[1]</sup>安徽省無為第二中學

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

<sup>[2]</sup>杭州師範大學 生命與環境科學學院

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

收稿日期：二零一零年三月廿七日（於六月一日再修定）

---

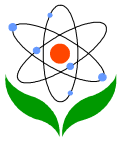
## 內容

- [摘要](#)
  - [引言](#)
  - [研究問題](#)
  - [研究方法](#)
  - [調查結果與分析](#)
  - [小結與建議](#)
  - [參考文獻](#)
- 

## 摘要

利用“中學科學探究過程技能教學現狀調查問卷”、“中學生科學探究過程技能水平調查問卷”，對安徽省中學科學探究過程技能的教學與學習現狀進行了調查。調查表明，安徽省中學科學教師對科學探究過程技能的教學認知水準不高。安徽省中學生的科學探究過程技能水準普遍不高。在此基礎上提出了相應的建議。

**關鍵字：**中學科學；探究過程技能；教學；學習；調查



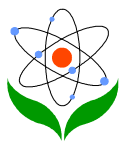
## 引言

加涅於 1963 年在《科學教學研究雜誌》發表《探究所需的學習技能》。隨後美國學者對探究教學的功能作了大量實證研究。結果表明：探究教學能促進學生的實驗技能、製圖技能和解釋資料等技能的提高。[1]自 20 世紀 80 年代，美國、英國相繼強調“科學探究過程技能”的訓練。[2] Padilla, Michael J 等人比較系統地研究了科學探究過程技能及其教學。並且認為，科學過程技能 (Science Process Skills) 的教學可以促進學生形式思維能力的發展。[3] Brotherton, Peter 等人研究了科學探究過程技能與認知發展水準的關係，發現兩者存在高度的正相關。[4] 我國臺灣學界深受歐美國家的影響，也比較熱衷於科學過程技能的研究。魏明通所著的《科學教育》(臺北：五南圖書出版公司，1997)也探討了科學過程技能。一些教育期刊和研究生論文就有關於科學探究過程技能的選題。臺灣學者對科學過程技能進行了研究，研究物件從小學到高中，涉及的科目有小學自然、物理學、化學、生物學、地理學等，研究方法上接近於西方國家。我國內地直到最近幾年才有關於科學過程技能的相關實證性研究。如華東師範大學的龔正元 2007 年對化學課程中的科學過程技能進行了研究。我國新科學課程旨在培養學生的科學素養，順應了科學教育改革的趨勢。(本文中的科學課程指中學綜合理科以及物理、化學、生物學。)自 2001 年新課程改革以來，已經有十年時間，瞭解目前中學科學探究過程技能的教學與學習現狀就顯得尤其重要。

## 研究問題

科學教育界對於實驗改革的重點，由重視科學知識的學習與認知技能的提高，轉向在認識科學的過程並培養學生科學素養。科學探究過程技能的培養是科學課程中提高學生科學探究能力、養成學生科學素養的基礎。科學過程技能是由一系列技能構成的。根據視角的不同，可以對技能進行不同的分類。在 SAPA 課程中，共列出了 13 項科學過程技能，Brotherton 和 Preece 則列出了 18 項技能。[5]美國科學促進協會 (A.A.A.S) 在課程教學研究中，將科學過程技能分為兩部分共 14 種技能，基本的過程技能包括：①觀察，②測量，③應用數值，④分類，⑤應用時空，⑥表達溝通，⑦預測，⑧推論；複雜的統合技能包括：①從事適當的定義，②形成假說，③解釋資料，④建立模型，⑤控制實驗因數，⑥從事實驗。[6]本文採用科學過程技能的 14 種分法。科學探究過程技能又必須在科學探究學習活動中才能形成和提高。新課程改革宣導探究性教學，目前在中學的實際情況如何。基於研究目的，本課題研究的問題是：

- ①目前中學科學教師對於科學探究過程技能的認知如何？
- ②中學生科學探究過程技能學習現狀如何？
- ③師生在運用科學探究過程中存在的主要困惑是什麼？



## 研究方法

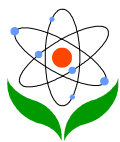
### 1. 調查工具

鑒國內外學者有關科學探究過程技能的研究，編制了“中學科學探究過程技能教學現狀調查問卷”（簡稱教師問卷）與“中學生科學探究過程技能水準的調查問卷”（簡稱學生問卷）。

本問卷的專案來源於科學探究過程技能內涵和維度，在參閱國內外有關科學探究過程技能調查問卷的基礎上，對該領域的理論與實踐研究工作者的研究進行了梳理。請部分熟悉該研究領域的教師對問卷的專案表述及內容進行評判，徵求專家意見進行修訂。為保證問卷的信度和效度，在正式測試之前我們對問卷進行了預測試。我們利用該資料對問卷進行了信度和效度分析。本問卷的信度檢驗主要是採用內部一致性信度。教師問卷的克朗巴赫  $\alpha$  係數 0.813，學生問卷的問卷  $\alpha=0.797$ 。兩份問卷內部係數都存在較高的一致性，其信度在可以接受的範圍內，測量結果有效。內容效度分析應是對調查中的每一個題目是否合適、有效進行分析，即檢驗題目與測驗內容範圍所要求的內容、目標的一致性。判斷內容效度主要採用邏輯分析的方法。內容效度方面則經過多位專家檢核，均對問卷適用於調查中學科學探究過程技能的教學與學習現狀給以肯定。表 1 是經過信度和內容效度分析後的正式問卷結構（問卷正文見分析部分）。

表 1 教師、學生問卷結構

| 教師問卷結構 |                     | 學生問卷結構 |                  |
|--------|---------------------|--------|------------------|
| 教師背景資料 | 科學探究過程技能教學現狀        | 學生背景資料 | 科學探究過程技能學習現狀     |
| 年齡     | 對科學實驗教學重視程度         | 性別     | 學生對科學本質的認識       |
| 性別     | 實驗前教師對學生的要求         | 年級     | 正確的世界觀和科學觀       |
| 教齡     | 設計實驗記錄情況            | 學校性質   | 交流意識和合作精神        |
| 專業背景   | 教師對實驗結果的要求          |        | 懷疑精神             |
| 學校性質   | 傳授科學探究過程技能的方法       |        | 對科學內容的認識         |
|        | 影響學生科學探究過程技能水準的限制因素 |        | 對科學探究的認識         |
|        | 教師對過程技能重要性的認識       |        | 對科學學習目的的認識       |
|        | 教學中比較困難的過程技能        |        | 學生對科學探究實驗教學目的的認識 |
|        |                     |        | 學生比較瞭解與困難的技能     |



## 2· 調查方法與實施

我們用修改後的正式問卷進行了調查。教師問卷的調查，採用的是分層隨機抽樣的方法，先把教師分成兩個相互獨立的組（重點中學和普通中學），再分別從這兩組中進行簡單隨機抽樣。被抽樣的學校所有科學（包括物理、化學、生物學）教師參與問卷調查。學生問卷的調查，採取隨機整群抽樣法抽取安徽省部分中學生進行。調查在 2009 年 10 月中旬實施，並對收回問卷的資料，採用 SPSS13.0 軟體對調查結果進行統計分析。

## 3· 調查對象

調查的科學教師來自安徽省部分中學。本次調查共發放教師調查問卷 202 份，收回問卷 196 份，回收率為 97.0%；其中，有效問卷 185 份，有效率為 94.4%。根據對有效問卷的統計，調查物件基本構成如下（表 2），具有一定的代表性。

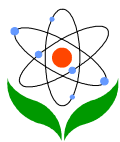
表 2 有效調查樣本的基本構成

| 項目      | 性別構成 |      | 教齡構成（年） |      |      |      | 專業構成 |      |      | 學校構成 |      |
|---------|------|------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|         | 男    | 女    | 1-3     | 4-5  | 6-10 | >10  | 物理   | 化學   | 生物   | 重點   | 普通   |
| 人數      | 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 |

本次調查學生對象為巢湖市、黃山市、合肥市、蚌埠市等地的部分中學生。本次調查共發放問卷 1207 份，收回問卷 1194 份，回收率為 98.9%；其中，有效問卷 1139 份，有效率為 95.4%。根據有效問卷統計，調查物件的基本構成如下（表 3），具有一定的代表性。

表 3 有效調查物件的基本構成

| 項目     | 性別構成 |      | 年級構成 |      |      |      |      |      | 學校構成 |      |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|        | 男    | 女    | 初一   | 初二   | 初三   | 高一   | 高二   | 高三   | 重點   | 普通   |
| 人數     | 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 |



## 調查結果與分析

### 1 教師對科學實驗教學不夠重視影響學生對科學探究實驗目的的認識

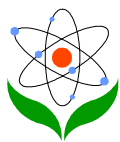
表 4 調查問卷統計分析(1)

| 題目                         | 選項              | 賦值      | 百分比 (%)    |
|----------------------------|-----------------|---------|------------|
| 1T：在上科學課時，教材上列出的學生探究實驗都做嗎？ | A 太簡單，不需動手做     | 1       | 2(1.1)     |
|                            | B 作為課後自學內容      | 2       | 6(3.2)     |
|                            | C 材料不方便，幾乎不做    | 3       | 31(16.8)   |
|                            | D 為學生演示         | 4       | 87(47.0)   |
|                            | E 要求學生進行探究活動    | 5★4.054 | 59(31.9)   |
| 2S：我們學習科學的目的在於提高自身的科學素養    | A 完全贊同          | 4★2.841 | 319(28.0)  |
|                            | B 贊同            | 3       | 445(39.1)  |
|                            | C 比較贊同          | 2       | 249(21.9)  |
|                            | D 不贊同           | 1       | 126 (11.0) |
| 3S：我們開展科學探究實驗是為了什麼？        | A、在科學考試中取得好成績   | 1       | 83(7.3)    |
|                            | B、檢驗所學的科學知識是否正確 | 2       | 77(6.8)    |
|                            | C、訓練我們的科學探究過程技能 | 3       | 154(13.5)  |
|                            | D、培養我們的科學探究能力   | 4★3.203 | 825(72.4)  |

注：T 表示教師問卷中的題目，S 表示學生問卷中的題目，T 與 S 前面的序號是為表述的方便。表中“★”左邊的數字表示，調查結果統計顯示等於此值表示比較理想，低於此值表示不太理想（每道題的選項的表述及分值得到專家的認可，具有一定的內容效度）。“★”右邊的數字表示該題實際統計值，下同。

1T 中選 A、B、C 占 21.1%，表明不少教師沒有把實驗教學列入實際教學計畫。選擇 D 占 47.0%，表明目前中學科學實驗開設還是以驗證或演示實驗為主。大量證據顯示，單靠“做”實驗，學生無法理解科學過程和掌握探究過程技能。[7]部分教師甚至將“學生動手”、“學生探究”改為“教師黑板講演”，思想認識上不到位。此外，不具備實驗條件、缺少實驗經費、現行的評價體系不合理等，也是客觀存在的原因。



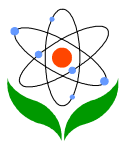


2S 中調查顯示，89%的學生分別表示不同程度的贊同。表明在新課程改革的過程中，大部分學生對科學學習的目的比較明確。學生不再是單純地爲了考試而學習科學。3S 中顯示，大部分學生對科學探究實驗的學習目的比較明確，但仍有 14.1%學生沒有正確認識其學習目的。這可能與實驗教學方式有關。學生對探究實驗教學目的的認識需要得到理科教師科學的引導。而在 1T 中，我們瞭解到，教師對實驗教學不夠重視，而且仍以驗證性實驗教學爲主。因此，提高教師業務水準尤爲重要。

## 2 實驗教學方法有待進一步改進

表 5 調查問卷統計分析(2)

| 題目  | 選項           | 賦值      | 百分比 (%)  |
|---|--------------|---------|----------|
| 1T：如果做實驗，在進入實驗室操作之前，您的要求是？                  | A 先瞭解原理      | 1       | 67(36.2) |
|   | B 先瞭解實驗步驟    | 2       | 55(29.7) |
|   | C 瞭解爲什麼這樣操作  | 3       | 50(27.0) |
|   | D 要求設計其他操作方法 | 4★2.046 | 13(7.0)  |
| 2T：在學生做實驗前，您每次都要求學生設計實驗記錄嗎？                 | A 沒有要求       | 1       | 3(1.6)   |
|   | B 很少要求       | 2       | 34(18.4) |
|   | C 經常要求       | 3       | 86(46.5) |
|   | D 每次都要求      | 4★3.119 | 62(33.5) |
| 3T：實驗結束後，對於實驗結果                             | A 要求學生記在書上   | 1       | 12(6.5)  |
|   | B 形成實驗報告並上交  | 2       | 76(40.1) |
|   | C 組織大家討論     | 3       | 87(47.0) |
|   | D 同學自己交流     | 4★2.493 | 10(5.4)  |
| 4T：您上課時，對於科學探究過程技能中各技能是如何向學生傳授的（用得最多的是哪一種）？ | A 講授         | 1       | 40(21.6) |
|   | B 討論         | 2       | 97(52.4) |
|   | C 演示         | 3       | 34(18.4) |
|   | D 學生模仿操作     | 4       | 6(3.2)   |
|   | E 學生自由操作     | 5★2.159 | 8(4.3)   |



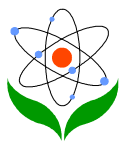
1T 中調查顯示，選 A、B 項占 65.9%。表明在中學理科實驗教學中，還是以驗證性實驗為主。大部分教師都知道探究性實驗對學生的發展有利，但在實施過程中，按照驗證性實驗來進行。先將實驗原理、操作步驟、實驗現象、實驗結論在黑板上詳細列出，然後要求學生按黑板上寫的去。這不利於提高學生發現問題與解決問題的能力，也不利於提高學生的科學素養。2T 中調查顯示，選 C、D 項占 80.0%。表明教師已經注重培養學生自覺地養成記錄實驗資料的習慣。準確地記錄實驗資料，是提高學生分析、處理資料以及處理圖表並進行歸納、得出結論諸能力的重要基礎。3T 中調查顯示，選 C、D 項占 52.4%。表明教師比較重視組織學生對實驗結果進行交流和討論，這也是科學探究性學習的重要一環。表達交流就是學生把自己通過觀察、測量獲得的資料資訊，準確、清晰地加以表達。4T 中調查顯示，選 B 項占 52.4%。表明目前科學探究過程技能的教學以“討論”為主。在科學教學中，基於新課程理念對“講授法”的局限性有所認識。超過半數的教師開始注重調動學生積極性、引導學生實際操作。但是，針對科學探究過程技能的教學，停留在學生“討論”的層面是遠遠不夠的，應該盡可能多地創造條件鼓勵學生動手操作。

### 3 學生對科學本質的認識和理解有待進一步深入

表 6 調查問卷統計分析(3)

| 題目            | 選項     | 賦值      | 百分比 (%)    |
|---------------|--------|---------|------------|
| 1S：科學定律是不能改變的 | A 完全贊同 | 1       | 82(7.2)    |
|               | B 贊同   | 2       | 140 (12.3) |
|               | C 比較贊同 | 3       | 192(16.7)  |
|               | D 不贊同  | 4★3.371 | 725(63.8)  |
| 2S：世界是可認識的    | A 完全贊同 | 4★2.036 | 145(12.7)  |
|               | B 贊同   | 3       | 215 (18.9) |
|               | C 比較贊同 | 2       | 315 (27.7) |
|               | D 不贊同  | 1       | 464 (40.7) |

1S 中調查結果表明，36.2%的學生在一定程度上贊同“科學定律是不能改變的”，對“科學知識的相對性”，“科學知識和科學思想是不斷發展變化的”還不甚瞭解。這很容易導致學生對科學的迷信和對科學認識過程的簡單化理解。最終在科學知識的探索和接受過程中傷失批判精神，使科學學習變成被動地接受。2S 中調查結果表明，40.7%的學生不認同“世界是可認識的”。以上資料顯示，中學生對科學本質的理解並不樂觀。很多學生對



科學的本質缺乏認識，甚至持有錯誤的認識。學生普遍認為科學知識是確定的和絕對的。學生的科學本質觀處於比較樸素的水準。

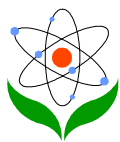
#### 4 多數學生能尊重事實、不盲目迷信現有科學證據

表 7 調查問卷統計分析(4)

| 題目   | 選項                   | 賦值      | 百分比 (%)    |
|--|----------------------|---------|------------|
| 1S：科學包括（ ）等維度。<br>①科學知識 ②科學方法<br>③科學態度 ④科學精神               | 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：我們不應該懷疑科學家所下的結論，特別是著名科學家，如牛頓、愛因斯坦                       | A 完全贊同               | 1       | 37(3.2)    |
|  | B 贊同                 | 2       | 99(8.7)    |
|  | C 比較贊同               | 3       | 216(18.9)  |
|  | D 不贊同                | 4★3.537 | 787(69.1)  |
| 3S：如果你做完實驗後發現自己得到的結果與課本或其他同學的資料明顯不同時，你會怎麼辦？                | A 找老師問這是怎麼回事         |         | 250(21.9)  |
|  | B 修改自己的資料，得出和別人一致的資料 |         | 62(5.4)    |
|  | C 相信自己是正確的，不作修改      |         | 724 (63.6) |
|  | D 自己重新做實驗，再有問題向老師求教  |         | 47(4.1)    |
|  | E 其他因素               |         | 56(4.9)    |
| 4S：如果你收到一條短消息，“……你把這條短信發給 10 位親友，你就一定會交好運，否則就會災星來到”，你會怎麼辦？ | A 不但自己不信，還叫別人也不信這一套  |         | 491 (43.1) |
|  | B 按短信說的做             |         | 38 (3.3)   |
|  | C 相信短信內容，但覺得麻煩，不照辦   |         | 27 (2.4)   |
|  | D 認為這是迷信活動，一笑了之      |         | 583 (51.2) |

1S 中調查顯示，89.8%的學生認為科學包括科學知識、科學方法、科學態度、科學精神等維度。這一結果表明，絕大部分學生對科學的內涵比較瞭解。2S 中調查顯示，69.1%的學生不贊同“不應該懷疑科學家所下的結論”，其餘學生分別表示不同程度的贊同。





這表明，仍有相當一部分學生迷信權威，缺乏應有的批判意識。這與中國人的文化心理結構、教師在課堂中的統治地位以及教師的科學態度、科學精神是密不可分的。

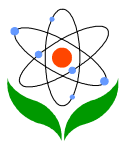
調查結果表明，大多數的學生有正確的科學觀，在探究過程中有責任感、尊重事實，在發現問題時能獨立尋找問題所在。這是新課程改革的成果之一，反映了學生在科學態度、科學精神方面的良好素養。但是，3S 中顯示，有 5.7%的學生會相信該短資訊的內容，其中 3.3%的學生還會照辦。這些學生觀點的形成很可能與從小生活的環境或家庭教育有關。長期的應試教育，也使這部分學生忙於死記硬背應付各種知識性考試。對於考試以外的事物不甚瞭解，分不清科學與偽科學。

## 5 大部分學生具有較好的交流意識和合作精神

表 8 調查問卷統計分析(5)

| 題目                            | 選項             | 賦值      | 百分比 (%)    |
|-------------------------------|----------------|---------|------------|
| 1S：科學探究主要靠自己，不需要同學間的交流討論、團結合作 | A 完全贊同         | 1       | 22 (1.9)   |
|                               | B 贊同           | 2       | 45 (3.9)   |
|                               | C 比較贊同         | 3       | 77(6.8)    |
|                               | D 不贊同          | 4★3.797 | 995(87.4)  |
| 2S：在做實驗時，你希望怎麼辦               | A 自己獨立完成       |         | 302(26.5)  |
|                               | B 與同學合作完成      |         | 246 (21.6) |
|                               | C 在老師的指導下獨立完成  |         | 375(32.9)  |
|                               | D 在老師和同學的幫助下完成 |         | 216(19.0)  |

1S 中調查顯示，大部分學生具有合作意識，而希望自己獨立完成難題的學生可能個性比較獨立，或者合作意識淡薄。在當今這個飛速發展的社會，個人的力量總是有限的，教師應該鼓勵學生在超出自己能力範圍的時候，多向他人請教，逐步養成合作的精神。2S 中調查顯示，有近 50%的學生希望得到教師的指導。這和目前中學的實驗教學現狀有關，以指導性的實驗為主，很少進行探究實驗。香港的中學實驗曾經主要是一些高度指導性的活動，未能提供機會讓學生進行科學探究，這種方式的實驗受到了批評。專業人士為此開展了系列研究，其中包括“促進探究技巧的理解與掌握”計畫。[8]這就給我們中學的科學實驗教學一個啓示：注重探究實驗，讓學生在探究中養成交流意識和合作精神。

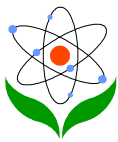


## 6 現行評價體制影響學生科學探究過程技能的認識與學習

表 9 調查問卷統計分析(6)

| 題目                                      | 選項                                 | 百分比 (%)    |
|---|------------------------------------|------------|
| 1T: 目前在中學科學教學中, 學生掌握科學探究過程技能的主要限制因素是什麼? | A 學校投入不夠 (如設備, 材料, 網路等)            | 38(20.5)   |
|   | B 教師自身對科學探究過程技能不熟悉                 | 4(2.2)     |
|   | C 現行評價機制, 只重視知識考查, 不重視科學探究過程技能的考查  | 121(65.4)  |
|   | D 教師知道學生掌握這些技能的重要性, 但不知道如何指導學生     | 12(6.5)    |
|   | E 其他因素                             | 10(5.4)    |
| 1S: 下列觀點中, 你贊同的是?                       | A 科學探究不是科學學習的核心, 學習科學的重心環節不是探究。    | 55 (4.8)   |
|   | B 科學探究就是提出問題、建立假設、進行實驗、解釋資料、表達與交流。 | 139(12.2)  |
|   | C 科學探究的結果是可以重複的。                   | 880 (77.3) |
|   | D 科學探究過程中, 針對不同的問題可以用相同的探究方法。      | 65(5.7)    |

1T 中調查顯示, 選 C 項的占 65.4%。表明影響課堂探究實驗教學的因素首先是現行評價體制。學校關注中考、高考成績, 這就導致學校和教師爲了提高學生的應試能力, 不得不放棄對學生探究能力的培養。其次, 受到現有實驗條件的制約。由於各個地區經濟發展水準的不均衡、對教育認識不同, 從而對教育的投入也有所不同。這些也是限制學生科學探究過程技能水準的因素。此外, 還受教師自身業務素質的制約。1S 中調查顯示, 有 77.3% 的學生不贊同“科學探究的結果是不可以重複的”的觀點, 也就是說還有 22.7% 的學生對科學探究的一般認識還存在不足。這與現行的評價機制、教師的要求以及學生沒有系統地進行過科學探究活動, 學生失去獨立操作的機會有關。



## 7 師生對過程技能的認知影響學生科學探究過程技能的掌握

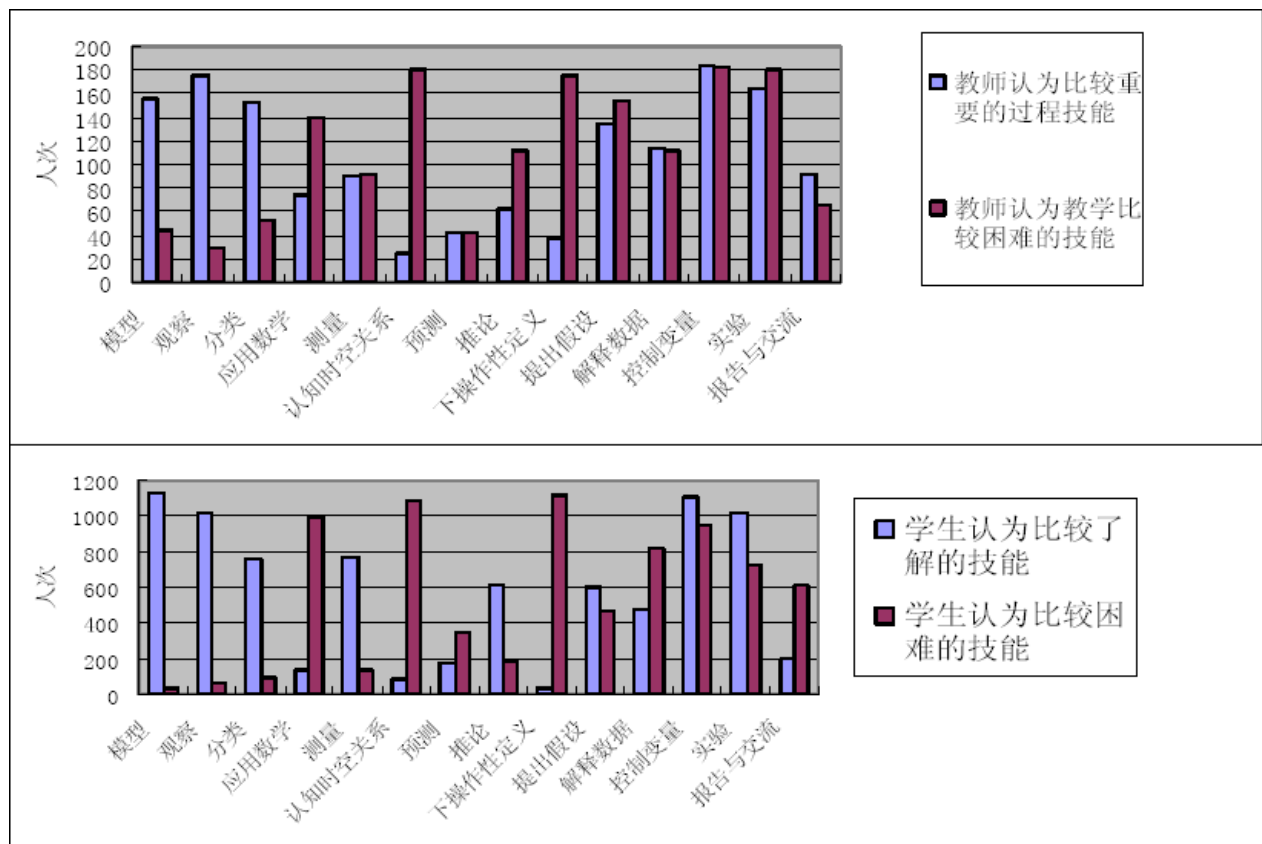
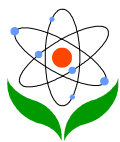


圖 1 師生對過程技能的認識與在教、學中比較困難的過程技能

調查顯示，在這 14 種過程技能中，師生比較瞭解的同時教與學困難較小的有模型、觀察、分類。（考慮到初中學生，尤其是初一、初二學生可能會不清楚調查表中提到的 14 種過程技能，如“下操作性定義”、“認知時空關係”等，選項作了相應的調整，用詞淺顯，讓學生明白易懂。否則會影響調查結果的信度。）師生不太瞭解的同時教與學較困難的有認知時空關係、下操作性定義。師生比較瞭解的同時教與學較困難的有控制變數、實驗。此外，學生很不瞭解的有下操作性定義、認知時空關係、應用數學等 3 種。這可能與教師教學重點有關。模型、控制變數、實驗等在中學教材中都有明確要求，學生比較瞭解，像下操作性定義、認知時空關係、應用數學這些教材中沒有明確要求的技能，學生不太瞭解。調查統計顯示教師認為應用數學、認知時空關係、下操作性定義、解釋資料、控制變數等過程技能的教學存在困難。調查表明，師生認為比較困難的技能與師生對這些過程技能的認知程度有關。教師認為教材中涉及比較多的、自己比較熟悉的過程技能比較重要，而自己不太熟悉的、教材中又沒提及的過程技能相對不重要。因此，教師的正確引導會對學生認為比較困難的技能的掌握起到一定的促進作用。



## 8 不同年級學生的科學探究過程技能水準存在差異

表 10 學生科學探究過程技能總體得分情況

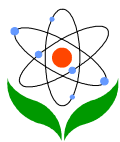
| 總分  | 最高分 | 最低分 | 平均分   | 標準差   | 偏度 (sk) |
|-----|-----|-----|-------|-------|---------|
| 100 | 68  | 8   | 31.82 | 12.17 | 0.14    |

表 11 各年級學生總體科學探究過程技能的描述統計

| 年級  | 初一    | 初二    | 初三    | 高一    | 高二    | 高三    |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 人數  | 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 各年級學生總體科學探究過程技能的平均分差異檢驗 (Dunnett't)

| (I)年級 | (J)年級 | 差異性 (I-J) | 標準差     | 95 %置信區間 |           |
|-------|-------|-----------|---------|----------|-----------|
|       |       |           |         | 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 |



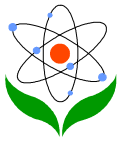
|    |    |           |        |             |         |
|----|----|-----------|--------|-------------|---------|
| 高三 |    | -7.1391 * | 1.5686 | -11.2974    | -2.9805 |
| 高一 | 初一 | 3.8974    | 1.5187 | -0.1676     | 7.9624  |
|    | 初二 | 2.1405    | 1.6072 | -2.3943     | 6.6755  |
|    | 初三 | 3.1506    | 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：\*表示差異顯著

爲了清楚地瞭解學生的科學探究過程技能水準現狀，我們對調查結果進行了賦值統計。從表 10 統計結果來看，學生的科學探究過程技能得分的偏度小於 1，符合正態分佈。學生過程技能的平均得分爲 31.82 分，分數相對集中在 15~45 分段，普遍偏低，表明中學生科學探究過程技能總體水準不高。表 11 統計結果顯示，隨年級的升高科學探究過程技能總體平均分大致由低到高。表 12 是進一步用 Dunnett't 檢驗差異性的結果：①高三、高二、高一的學生之間過程技能水準差異不顯著，初三、初二、初一學生之間過程技能差異亦不顯著，即高中生的科學探究過程技能水準相當，初中生的科學探究過程技能水準也相當；②初三學生與高一、高二學生過程技能水準差異不顯著，但與高三學生水準差異顯著；初二學生與高一學生過程技能水準差異不顯著，但與高三、高二學生技能差異顯著；初一學生與高一學生技能水準差異不顯著，與高三、高二學生技能水準差異顯著。

總體來說，高中生科學探究過程技能水準要高於初中生。表明學生知識的獲得和能力的培養需要一定生活經驗的支撐，年齡稍大的學生知識、經驗也相對豐富，掌握科學過程技能就相對容易。在科學教學過程中，教師應充分發揮學生已有的知識、經驗在提高科學探究過程技能水準中的作用。





## 9 性別、學校性質對學生科學探究過程技能水準的影響

表 13 學生科學探究過程技能平均分差異檢驗

| 比較項目 |      | 人數  | 平均分   | 標準差   | T 值   |
|------|------|-----|-------|-------|-------|
| 性別   | 男    | 590 | 32.26 | 12.57 | 0.86  |
|      | 女    | 549 | 32.41 | 11.86 |       |
| 學校性質 | 省市重點 | 402 | 34.92 | 12.15 | 0.00* |
|      | 一般學校 | 737 | 30.35 | 11.89 | *     |

注：\*\*表示差異顯著

在理科教育上，教師、家長普遍認為，女生學習理科比男生困難。但是本次調查的結果顯示，女生科學過程技能的總平均分略高於男生，進行 t-test 檢驗，男女生在科學過程技能水準上未達到 0.05 水準上的顯著差異，即性別的差異與科學探究過程技能水準沒有顯著的差異，支持臺灣學者的研究結果。[9]但科學過程技能的總分難以反映男女生認知及非認知特點，深入到各過程技能有待進一步研究。

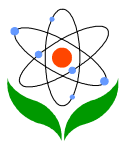
一般而言，重點學校學生的學業成就水準普遍高於一般學校的學生。調查結果顯示，重點學校學生的科學過程技能水準也顯著高於一般學校的學生。但是，究竟是教學環境、教學投入、教師因素、學生因素、還是家庭背景造成了此差異，需要做進一步的研究。

## 小結與建議

本次調查結果表明，安徽省中學科學教師對科學探究實驗教學的認知水準普遍不高，對探究實驗教學不夠重視，中學科學實驗開設還是以演示性或驗證性實驗為主。科學探究過程技能的教學仍以講授、討論為主；現行的評價體制影響學生對科學探究過程技能的學習。安徽省中學生的科學探究過程技能水準普遍不高。大多數學生的科學本質觀還處於比較樸素的水準，缺乏批判精神。在 14 種科學探究過程技能中，“應用數學”、“認知時空關係”、“下操作性定義”、“解釋資料”、“控制變數”相對來說是學生學習最為最難的。基於調查結果以及中學理科實驗教學實際，對安徽省理科教師提出以下建議：

### 1 改進學生應用數學的能力

數學在科學研究中起著獨特的作用。數學方法為科學研究提供數量分析，對研究對象進行定量的分析，從而精確地把握事物的變化規律和特點，以便描述所研究的問題。應用數學方法是最基本的科學探究過程技能之一。在科學探究的過程中，學生是非常需要掌



握這種能力的。因此，教師要有意識地培養學生應用數學的能力，這有助於學生觀察記錄的完整性和對實驗資料進行有效處理。中學理科實驗中常用的數學方法有：數學公式法（如密度=品質/體積）；幾何圖形法（如平面鏡成像、運動的速度曲線、力的合成與分解、利用電力線描述電場）；算術平均法（如測紙張厚度、測金屬絲的直徑、測凸透鏡的焦距）；比例法（如彈簧伸長與外力的關係、溫度計的刻度）；表格法（如電流與電壓的關係實驗）。

## 2 幫助學生認知時空關係

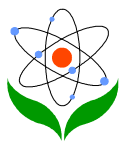
學生的學習與生活總是與時空相關聯的。我們平常所處的空間是長、寬、高三維所構成的。如果長、寬、高這三個數字都是零的話，即是零空間。如果長、寬、高中有一個數字是零的話，便構成二維空間；如果長、寬、高中有兩個數位是零的話，便構成一維空間。三維的空間與一維的牛頓物理學時間組成了一個四維結構，即為時空。無論是物體的運動、化學反應、生物的生長，還是星球的運動，都處於時空中。因此，理科教師幫助學生瞭解時空的關係以及它們變化的規律，對學生學習科學是非常重要的，科學教師應積極引導學生領悟時空關係。至少要求學生瞭解以下幾點：能瞭解四維空間的含義；能把握週期性的關係；能選擇適當的時間、空間單位；能作坐標系的變換；能將抽象概念轉變成具體概念。

## 3 提高學生下操作性定義能力

在科學學習和實驗中，對研究對象進行適當的操作性定義，往往要經歷一個逐步發展和提高的過程。從豐富的感性材料入手，通過觀察、實驗和運用各種直觀材料、教具、模型及學生的生活經驗等來獲得一定的感性材料，是下操作性定義和學習理解概念的前提。在學生獲得感性材料的基礎上，教師要培養學生對材料進行比較分析和歸納總結的能力，提高學生就具體現象進行概括、歸納形成一個適當的操作性定義的水準。

## 4 促進學生解釋資料能力的發展

在科學實驗、調查過程中，所獲得的數值或資料稱為資料。運用數學知識對資料加以整理、分析、歸納，得出結論，形成推論的過程就是解釋資料。解釋資料有助於學生尋求問題的解決，教師要針對性進行指導。在實驗、調查過程中，學生收集了資料、資料資訊後就要對資料分析統計，確定資料範圍、平均值和眾數值，根據資料範圍作圖和尋找異常資料，從中找出規律性的東西。在分析資料過程中，一定要重視數學方法的應用。教師著重于培養學生①把資料進行整理或合成圖表，能用幾句話進行描述；②把資料進行統計，以求取平均數；③資料之間進行比較，或把資料作為種種推論的依據；④把資料與資料、原因與結果的關係加以分析，以發現“規律性”的東西；⑤實驗前常作出假設，根據假設設計一個可行的實驗，以獲得資料，分析此資料與原先的假設有什麼關係；⑥進行歸納，得出結論，能否發現有關自然界的一些規律，或者發現更為重要的法則。



## 5 提高學生控制變數能力

控制變數的過程是根據實驗目的、運用一定的實驗儀器與設備控制實驗的過程。任何一項科學實驗，都必須根據實驗目的，確保引數可操作，因變數可測量，無關變數可控制。教師要促進學生要清楚地理解這三類變數的含義及其之間的關係。教師普遍認為控制變數既是比較重要的，同時也是較困難的過程技能。現行中學理科教材、練習與考試的實驗設計中都會考查控制變數。但是，控制變數的教學應該與實際操作相結合，否則，效果不理想。控制變數是科學實驗的基礎，更是發展學生科學探究能力所必需的。因此，科學教師應該幫助學生在科學探究過程中，逐步領悟這一科學方法，在探究中理解科學。教師在科學實驗教學中通過科學史上某些經典的科學實驗，能使學生領會控制變數對科學研究的重要性，認識到控制變數是科學實驗的靈魂。此外，要給學生提供實驗探究的機會，引導學生親歷控制變數的過程，逐漸形成控制實驗條件的意識，發展控制變數的能力。

學生探究過程技能的培養是一個循序漸進地形成和發展的過程。不是每個實驗都能培養14種探究過程技能，一種技能可由多個實驗來培養。教師要確定每個實驗要著重培養學生哪些方面的能力。通過科學實驗教學，要使學生瞭解科學實驗的基本程式，幫助學生掌握一些基本的實驗方法。在實際的操作中，教給學生一些基本的實驗方法，有利於學生對探究過程技能的掌握。

## 參考文獻

- [1] 徐學福.論面向真實科學[J]. 教育研究，2002(9): 77.
- [2] 楊冠政.各國科學課程發展趨勢[J].科學教育（臺灣），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、劉恩山.生物學教育中的科學過程技能[J].生物學通報，2007，42(1):33-34.
- [6] 王永勝.中學生物學實驗技能[M].吉林:吉林大學出版社，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] 許雪梅、鄭美紅、楊寶山.香港高考實驗評價改革：實地考察與啓示[J].課程·教材·教法，2010(2):102.
- [9] 黃世傑.臺灣學生科學過程技能學習成就水準之研究[J].科學教育（臺灣），1990(1):46-52.