

# 自然科學教科書中的「探究」

吳敏而

國家教育研究院研究員

黃茂在

國家教育研究院副研究員

## 摘要

探究式的教學，是歐美各國和臺灣的自然科學課綱所建議的教學模式。本研究採用「探究學習」的觀點，分析美國和台灣的自然科學教科書，目的在於了解各版本如何呈現探究的知識、探究的技能和探究的態度。本研究採用文本分析法，文本的抽樣包括兩地之六、七年級自然科學教科書中有關「生態系」的單元，分析的架構包括每個分析單位的整體重點、探究內容的直接陳述方式，和探究活動的類別。

分析結果發現，美國的教材提供大量的閱讀素材作為學生探究的依據，並且有系統的直接描述各種探究的技能，讓學生能夠建立探究時的自我監督和後設認知。臺灣小學的教材則利用提問來刺激學生探究，要求學生依書中的提問動手做、尋求答案和討論議題，可惜最後卻強調標準答案，打敗了探究的企圖，所以未能幫助學生整合科學知識和探究的能力。臺灣中學的教材偏重知識，所以探究技能的培養幾乎全部依賴教師講述、課堂活動或是科展活動來達成，教科書在探究教學上的貢獻頗弱。

本研究的結論是：原則上，教科書應該且能夠呈現探究的知識和技能；不過，臺灣的教材未能完善的發揮。最後，本報告建議台灣的出版社考慮自然科教材中適度增加閱讀素材、審查制度中考慮教科書角色和應用的重新定位，以及研發出配合探究能力發展的教材設計。

關鍵字：探究教學、自然科學、教科書、文本分析

## "Inquiry" in Science Textbooks

### Abstract

Inquiry teaching is the teaching model of choice in many western countries and in the Taiwan science curriculum. This paper adopts the perspective of “inquiry learning” to analyze student science textbooks in Taiwan and USA. The goal is to examine how the various textbooks present the knowledge, skills, and attitudes in relation to learning through inquiry. Using content analysis, the project examined science units related to “ecology” in the sixth and seventh grade textbooks in the two countries. The texts were divided into units of analysis, and each unit was coded for emphasis on knowledge or skill, for the depiction of inquiry, and for the kind of inquiry activity.

The results indicated that American textbooks supplied large amounts of reading for students as the basis for inquiry; they also directly explained inquiry skills so that students can monitor themselves as they conduct inquiry. In contrast, Taiwan sixth grade textbooks made use of questions to stimulate inquiry, and asked students to do hands on activities according to instructions in the text, and then to discuss answers and issues with classmates. Unfortunately, the over-emphasis on the correct answers diminished the urge to inquire, so it does not assist students in integrating knowledge and skills. Seventh grade texts in Taiwan emphasize knowledge, so inquiry learning relies heavily on teaching pedagogy, classroom activities, and science projects, and the contribution of the textbook to inquiry skills is minimal.

The researcher concludes that, in principle, science textbooks are able to present both conceptual knowledge and inquiry skills, but this possibility is not yet realized in Taiwan textbooks. Based on the results, it is recommended that Taiwan publishers consider increasing reading matter in their science instructional materials, and the Taiwan government specify the role of textbooks in inquiry teaching, along with the development of prototype textbooks as reference for publishers.

Keywords: inquiry teaching, science education, textbooks, content analysis

## 壹、緒論

本文為「整合知識與能力之教與學研究」之整合計畫之一部分，旨在了解教科書如何落實九年一貫課程的宗旨。九年一貫課程綱要植基於十項基本能力，「探索與研究」是其中的一項能力。究竟這項能力如何在課程中呈現呢？

學者和教師都有不同的想法：有些人認為需要特別教導這些能力；也有人認為，假如給予學生機會去練習跟「探究」相關的技能，他們就會有探究能力了；也有人認為，探究是一種精神和態度，學生必須有示範和榜樣，才能夠擁有這項能力。無論是哪一種的想法，大家都同意，教科書應該協助教師和學生發展出探究的相關能力，卻又必須整合課程的目標中的知識。本研究旨在了解自然科學的教科書如何結合探究的態度、技能和知識。

傳統上，學者和教師都認為教科書應該提供訊息，因而，對於教科書的審查和選用，普遍認定了合格的教科書只需要傳遞該領域的專家已經發現或產生的事實，而且知識「正確」、組織清楚、文辭達意，就可以算是一本優良的教科書了。

這種認定，最少有兩點不足之處，一點是知識的固定性，另一點是技能的訓練可能不足。首先，談談知識的固定性。研究者，如科學家、歷史學家和地理學家，都看到自己學科領域的知識裡的落差；他們知道所謂「事實」是流動的，一旦有新的「事證」和「理論」提出，已有的想法就可能增加許多可能的面向，或是形成了新的概念，讓「知識」大大的改變。換言之，「未知」比「已知」要多。因此，科學的真實世界與教科書中所呈現的科學大有不同。為了讓學生對科學的認知有如科學家的彈性，漸漸地，教育學者認為知識的呈現應該採取「探究為本」或「解決問題為本」的方式，讓學生逐步發展出測試「理論」與建構「詮釋模型」的能力。由九年一貫課程強調探究能力看來，我國教育學者正朝此方向努力。本研究擬透過教科書之比較和分析，了解以「探究為本」的教科書編輯方向，提供發展教科書的編撰者、使用者以及審查者的參考。

另一個探討的議題，即教科書在「探究技能」訓練所能扮演的角色。傳統上，教科書編撰者都將技能的訓練交給教學者來執行，認為教材只需要提供習作，讓教師帶領學生練習技能、批改作業，就能達成技能訓練的目標了。然而，探究的技能，應該從哪些類型的習作或實驗訓練出來？教科書是否提供足夠思考問題和探究問題的空間？這也是本研究想要探討的，希望能夠從文本的分析和討論，了解現有教科書是否能夠協助教師培養學生探索和研究能力。

具體而言，本文探討以下幾個問題：

- 一、科學知識的傳遞和探究能力的培養，在美國和臺灣的教科書中，各佔多少比例？
- 二、兩地教科書所呈現的探究活動，有哪些類型？
- 三、兩地教科書呈現的探究內容，有哪些異同？

## 貳、美國和臺灣自然科學教科書的發展

探究式的教學並非一個嶄新的嘗試，以往板橋模式的教科書編寫、社會科教學推廣「問思教學法」、數學科教學提倡「溝通式」的教學、以及自然科採用的「問題解決教學模式」，都具有探究成分，只是各科並未正式將「探究」納為課程的核心概念。反觀國際，20年來，歐美國家已經把探究精神納入課程的核心。

而詳盡、明確的探究型課程，應該屬美國的科學領域。美國國家研究委員會（National Research Council（NRC））1996年頒布的「國家科學教育標準」（National Science Education Standards），已經強調了探究精神。在美國，該項標準並不具有強制性，但是標準中鼓勵每位科學教師，將教學聚焦在學生日常生活中的好奇心，並藉此引導學生進行個別的探究。

### 一、美國科學教育的發展：從知識到探究

臺灣科學教育的發展，受到美國和日本的影响最大。本研究主要探討美國的教材，所以，本節簡述美國科學教育從知識為本到以探究為本的發展。

美國早期的科學教育與常識結合，在中小學沒有獨立的自然科學領域，到了第一次世界大戰以後，才逐漸在各州的中小學發展獨立的自然科學課程，主要的因素是戰爭和經濟。美國經濟大蕭條刺激了科技的快速發展，教育家開始脫離三R的基本能力課程模式，大量增加生活知識。不過，當年的重點是科學知識的傳輸，較忽視科學知識獲得的歷程和方法。

最早推動探究為本的科學教育大概是Caldwell（1924）替AAAS寫的報告，提出科學思維、觀察和實驗的重要性；這是科學家的建議，在教育界好像還沒有受到重視。較有影響力的教育家是杜威（Dewey,1938），因為他推動「從做中學」（learning by doing）的理念；他認為：只有知識，沒有運用知識來解決個人和社會問題的學習是浪費的。他建議把「科學方法」（methods of science）加入科學課程。可是，建議歸建議，學校的教學仍然是以知識為主。

第二波的改變在第二次世界大戰後，跟蘇俄的冷戰時期。美國人深感到蘇聯太空科技的優勢是美國的恥辱，因此國會大手筆的投資中小學科教，大量引進課程專家、學科專家和教師的合作計畫。當年，具大影響力的學者有Schwab（1962）、Ausubel（1963）、Bruner（1961）和Piaget（1962）。後三位是研究學習、心智發展的研究者，影響力在理論的層面，Schwab則是一個全方位的科學教育家，擁有英文、物理、生物、遺傳學的高等學位，跟Dewey一起建立芝加哥的實驗學校，跟Tyler一起發展課程。1962年，Schwab在哈佛大學的演講「The Teaching of Science as Enquiry」，強調教師絕對不能把科學內容想做定論，必須保留它的變化性和修改的可能性。為了達成這個目標，Schwab認為學生必須有實驗室的經驗。Schwab的影響力深遠，從1950年代開始，各中學都有實驗室，學生開始有探究的經驗，不過，大多的經驗是在重複做名人的實驗，以及動手證明已知，不見得是學生提出來探究的問題。

第三波的改革大概是從1980年代開始，刺激來自於科技發展的競爭，特別是日本的汽車和電子用具在市場上的優勢，讓美國人再從教育著手改革。這一次，最大的影響力是A Nation at Risk（National Commission on Excellence in Education,1983）和AAAS的2061方案（1989）。2061方案的目的就是在2061年達成、造就成有科學素養的社會，AAAS研究的團隊除了訂出科學內容架構和能力指標（benchmark），還要求發展學生的好奇，並且說明有效教學的取向（AAAS,1993）。於是，另一群負責課程標準的團體（NRC,1996），將「探究為教學基礎」（teaching science as inquiry）作為最高指標，並出版了Inquiry and the National Science Education Standards（NRC, 2000），整個大方向從知識獲得和傳遞，轉變到學生認知思維和探究的培養。

## 二、臺灣科學教育的發展

三、臺灣的科學課程從民國初年至今，修訂過10次，早期與社會合併成常識；民37年後，從小三開始，設獨立自然科學，重視科學知識，引進皮亞傑的認知理論，主要的取向是在小學階段重視直接經驗；接著，民64年的修訂，和美國的SCIS和SAPA小學課程的理念建立密切的關係，以兒童學習活動為中心，訓練思維，培養科學過程技能，兒童藉由科學活動獲得科學概念、科學態度和科學方法，並且在小一就開始。

四、從民國64年再到民國82年的課程標準修訂，探究的導向更明顯，小學的課程是統整性的，中學的課程分作生物、物理、化學、地球科學，概念傳遞的成分較重。

五、由上述可見臺灣的自然科學的課程發展，主要是參考美國課程。那麼，教科書的部分，是否也很相似呢？以下將從分析比較了解兩地教科書的異同。

## 參、探究的定義和探究活動的形式

大部分學者如 (Martin-Hansen, 2002; Colburn, 2000) 皆認為教師應該熟悉以下四種課堂探究學習的模式：

- 開放式的探究學習模式 (Open Inquiry 或 Full Inquiry, 又稱 Student initiated inquiry) 此種模式最接近科學家的探究歷程, 從提出問題到尋找答案的步驟, 全由學生掌握, 所有過程皆涵蓋上述五種思維特色。開放模式需要高層的思維力, 以及主動、有效運用科學的過程技能。教師的主要作用, 是從旁鼓勵學生, 提醒學習進度, 或提示盲點所在。
- 引導式的探究學習模式 (Guided Inquiry) 此種模式, 是由教師引導的探究模式。所探究的問題, 經常由教師提出。在探究的過程中, 教師會提供探究的工具或資訊, 以幫助學生過渡到開放模式, 建立並練習日後需要用到的技能。
- 協同式的探究學習模式 (Coupled Inquiry) 協同的教學模式融合了開放模式和引導模式, 由教師和學生輪流提出探究的問題, 其作用是協助學生模仿教師的提問模式, 以及練習運用探究的工具。
- 指令模式 (Directed Inquiry 或 Structured Inquiry) 教師的主導性在指令模式中最為強勢。表面上, 學生主要的工作是跟隨教師的指令進行探究。事實上, 學生並沒有正式進行「探究」, 只有學習探究的步驟和模仿教師的作為。一般教師會將其其中一個步驟留白, 交由學生設計或做決定, 讓過程更具探究性。

完整的探究教學, 應該循序漸進, 從較有結構的結構式或指令式活動 (directed inquiry) 開始, 再進入協同式 (coupled inquiry) 和引導式 (guided inquiry) 的活動, 最後放手讓學生自由探究, 即開放式探究 (open inquiry)。美國教育家 (Thier and Daviss, 2001; NRC, 2000) 認為引導式的活動最有效、最關鍵。本研究報告將分析幾種活動形式在教科書中的比例以及呈現方式。

## 肆、研究方法

本研究採文本分析法，挑選美國三家出版社和臺灣四家出版社的自然科學教科書的若干單元為分析對象，詳細方法如下：

### 一、分析的文本—「生態互動」之相關內容

分析的文本以學生用書為主。表一列出抽取的文本樣本，選擇的因素說明如下：

#### 1.年齡層：

以臺灣的六年級和七年級教材為第一篩選標準。原因是：初步瀏覽台灣的自然與生活科技教科書（以下簡稱自然教科書）之後，發現中學和小學的教科書有很大的差距：中學的教科書著重知識；小學的著重能力。因此，決定以這兩個年齡層的教科書為抽樣的母群。

#### 2.單元內容：「生態互動」

選擇「生態互動」單元的原因，是因為它是臺灣教科書六年級和七年級都有的共同內容；研究分析的重點，雖然是內容呈現的方式，而不是在於內容的本身，但是，單元內容相同，在比較上還是會方便一些。

臺灣的七年級課程以生物為主，所以挑出六、七年級的共同議題，就是「生態」。選出單元主題之後，再從美國教材中，找出同階段、同內容的相同章節做分析。

#### 3.美國的版本：

挑選美國版本的原因，主要是因為本國的自然科學課程一向參考美國的趨勢，而且美國正在發展探究式的科學教學，出版社運用整合知識與能力的取向已經有十多年的經驗了，相信各州的課本都有較成熟的例子提供參考。本研究抽取的樣本是2006年加州政府教育局審查通過的三套六至八年級的自然科學教材，分別是：Scott Foresman, Glencoe, 和McGraw-Hill-Macmillan三家出版社。

表1 本研究分析的「生態」單元樣本

國別	出版社	年級	章別	單元名稱
臺灣自然 與生活科技教科書	教育部	七下	十	生物與環境
	南一	七下	五	生物與環境的交互作用
	康軒	六下	三	生物與環境
		七下	五六	生態系 人與環境
	翰林	六下	三	生物、環境與自然資源
		七下	五六	生物與環境 環境保護與生態平衡
美國加州	Glencoe	六至八	21-1 21-2	Ecology-What is an ecosystem Ecology-Relationship among living things
	McGraw-Hill-Macmillan	六	五六	Comparing Earth's Biomes Ecosystems and interactions
	Scott Foresman	六	一五	Why do adaptation vary among species How do ecosystems change

## 二、分析步驟

### 1. 挑選文本

### 2. 準備文本

- (1) 將所挑選的文本掃描成pdf檔或是建立word檔，以便利NVivo8的軟體分析
- (2) 分割分析單位：課文中每個次標題之下的內容，包括裡頭的圖表，算一個分析單位。獨立的圖表，即在文本中沒有提及的，或沒有直接相關的，視為獨立的分析單位。

### 3. 進行分析：

- (1) 每一個分析單位，按分析架構的每一個細目做對比，假如分析單位中含細項所描述的內容或特色，該單位就在該細項中獲得分，而且最多獲得1分；假如文中有該項有不只一個例子，每個例子都會被收入NVivo的例子檔，但是仍是只得1分。
- (2) 兩位研究人員獨立做分析，發現不同看法的地方，則進行討論，達成共識。

### 三、分析架構

本研究的目的是要了解自然科學教科書如何整合科學知識和探究能力，所以依文獻的描述，把每個分析單位依圖一的分析架構圖逐一歸類。

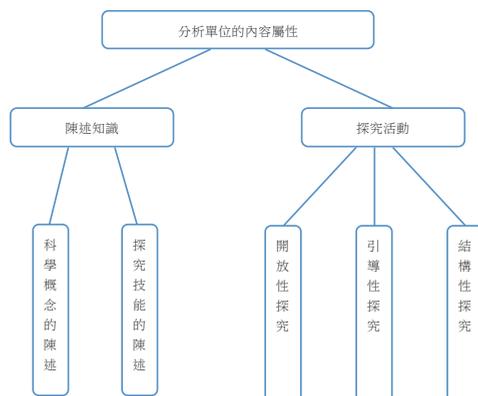


圖1 自然科學學生用書分析單位內容屬性分析架構圖

以下分別敘述各項目的分析步驟：

首先，整體檢視分析單位的重點：假如分析者認為該單位的目的是提供科學知識，就在「科學知識」的一欄給一分；假如該單位的目的是進行探究活動，就在「探究活動」一欄給一分。

接著，分析「科學知識」的單位，了解所陳述的知識屬於科學概念的性質，還是告訴讀者關於探究技能的資訊，例如：說明什麼是「形成假設」。

第三個步驟是分析探究活動的單位，決定該單位屬於結構性的探究、引導性的探究，還是開放性的探究。分析項目中沒有協同性的探究（Coupled inquiry），因為此區分不容易從文本中判斷，只能在活動進行中得知教師引導的多或少，才能做判斷。

### 伍、研究發現與討論

分析的「生態」單位中，共有187個分析單位：臺灣六年級17個、臺灣七年級87個，美國六年級課本83個分析單位。

#### 一、知識陳述和探究活動的比例

表2將顯示知識為主單元和探究活動為主的比例。

表2 教科書中知識陳述和探究活動的比例

內容% \ 樣本	臺灣六年級n=17	臺灣七年級n=87	美國六年級n=83	平均
陳述知識	58.8	84.3	68.7	70.6
探究活動	41.2	15.7	31.3	29.5

從表2可見，兩地的教科書在知識的陳述都比探究活動多，臺灣六年級的探究分量最高，美國的探究分量居中，臺灣七年級的分量最少。可是，這是表面的數據，知識和能力的比例並不代表知識的量。

美國的教科書最大的特色是「厚」、「重」，外貌像精美的百科全書，臺灣教師初看到美國教科書的反應是：「這麼多，怎麼教得完？」，繼而發現，編者並不預期教師需要全教，也不認為學生需要「全記」或「全考」。教科書裡有豐富的資訊，提供學生進行探究時可能需要用的知識。編者認為，學生能夠從閱讀中學習科學概念，然後再從探究活動中獲得進行科學探究的過程技能和思考技能。

美國的教科書在知識上和技能上都做得非常徹底，兩方面都很有份量；臺灣的教科書在小學部分雖然知識和能力的比例相等，但是知識只有一點點，而且沒有明白的解釋，幾乎全部的道理和推理都是由讀者自行處理。

接著，分析各版本所提供的探究知識屬於哪一類型的。

## 二、探究的陳述

在知識陳述為主的分析單位當中，有些提供科學的概念（例如：電磁作用如何在電鈴的構造），有些則提供探究的知識（例如：如何做觀察）。表三顯示三類的教科書有多少百分比在陳述性的分析單位中提及了探究技能的資訊。

表3 教科書中陳述科學概念和陳述探究技能的比例

內容% \ 樣本	臺灣六年級n=10	臺灣七年級n=74	美國六年級n=57	平均
科學概念	79.9	89.4	52.0	73.7
探究技能	20.1	10.6	48.0	26.2

從以上的統計可見，臺灣的六年級教材，雖然讓學生從事探究活動的分析單位最多，但是活動當中很少直接提出探究技能的名稱，也很少描述如何進行探究，所以學生可能以為他們正在依教師指示或課本的指示做事，也可能覺得很有趣，但是根本不曉得自己所進行的是科學家所用的觀察或資料蒐集等等探究的技能。

到了七年級，臺灣的教材大量的陳述科學概念和解釋現象，讀者需要記憶背誦的段落一個接著一個，提及探究的，只有在正文以外的圖表或延伸活動當中，告訴學生使用儀器的方法。資料中有三筆，是三個出版社教材都相同的——告訴學生如何用提放法收集和估算生物族群的大小。在形式上這一個部分比較像指導學生計算和回答問題，不容易讓讀者感受到探究的鋪陳。

美國的教材在陳述性的段落中，有四分之一直接描寫探究的技能。

本研究所分析的三套美國教科書（Glencoe, McGraw-Hill, Foresman）都是探究取向的。編者直接告訴讀者：科學家的研究方法是探究，探究是透過一個有系統的思考過程進行的。這則說明篇幅有5-10頁，並且從一年級到八年級的學生用書，每冊都重新說明描述探究的技能，由此可見探究能力受到重視的程度。例如，Macmillan McGraw Hill每冊課本首頁，就有這段話：

科學是一種了解周遭世界的方法。科學家工作的開始，經常是從觀察的現象中提出問題。提出問題和回答問題是探究的基礎。

同一頁中，編者亦列出科學家經常用來探究的十三種技能。由此可見，編者明白指出教科書的主旨，就是要讀者獲得「科學家的探究技能」，而且這些能力比起各種概念，更為重要。接著每個章節也都於不同部分，提供相關的科學概念和探究活動，模式大多先提出知識，再邀請讀者進行探究活動。

Glencoe 教科書的作法是到了六年級減少探究活動，並且多數活動皆標示為「回家試試看」；其他兩套設計，每章都不只一個活動，直接標示為指導、引導或開放的探究，讓學生和教師都知道，教師會提供多少協助來完成該項活動。其中直接模式的探究成分最多，而開放模式的探究成分最少。

Foresman 和 McGraw 除了帶領讀者進行探究活動，還在活動過程中標示出所使用的技能，讀者了解自己正在練習哪個探究技能，運用了哪些思考技能。此外，教科書已於陳述知識部分，一一列出希望學生獲得的資訊，因而，探究活動部分，就不再提供答案，也不會下任何結論或暗示。這些活動雖不強調答案的正確度，但是強調出態度和方法的嚴謹度。

對照美國教科書，臺灣課本顯得輕巧卻也單薄。美國自然科學課本編輯取向一致，從幼稚園至八年級皆同，其中低年級的文字較為淺易，份量也較輕，但是在知識、探究的鋪陳、比重和體例上，都依循相同取向呈現，編輯上較能體現出「九年一貫」的精神。反觀臺灣小三至小六的課本，以探究活動為主，每章最多提供兩小段（約一百字）的知識，偶然加多一頁延伸閱讀，所以知識的傳達佔很小的份量；到了國中，教科書的設計有了大幅改變，比例上突然轉成90%的知識與10%的活動。

臺灣小學階段的自然科學課本設計，要求教師帶動學生，從探究活動中獲得科學概念；然而，少了教師的引導，讀者不容易攝取大量知識。因為大部分的課文都是問句，一般學生必須倚賴老師說明，或是自己查詢課外讀物，才能獲得正確的資訊和概念。其實，編者也意會到這種設計會使學習者在獨立學習中遇上不少困難，所以，很多題目本身即暗示出正確答案，或是將答案暗藏在插圖或內文說明中。

總括而言，臺灣的自然科學教科書在小學階段雖然有一個接一個的活動，鼓勵學生探究，但是「找答案」和「標準成果」的味道太重，使探究的真正意義無法突顯。

美國的教材不只協助學生認真的進行探究，更進一步讓學生了解所做的是什麼，除了有doing inquiry，他們還能夠做到understanding inquiry。

### 三、三種探究活動的分布

臺灣中小學的教科書和美國六年級的教科書中都是以結構式的探究為主，開放式活動次之，引導式的活動最少。

這個排序很合理，結構式的探究是教師主導的，學生一步一步的跟著做，所以教科書也一樣，須詳細的列出每個步驟。所以佔的篇幅多，也最容易用文字呈現。

表4 教科書中三種探究活動的分布

樣本 活動類型%	臺灣六年級 N=7	臺灣七年級 N=13	美國六年級 N=26	平均
開放式探究	14.3	23	30.7	22.7
引導式探究	0	0	15.4	5.1
結構式探究	85.7	77.0	53.8	72.2

引導式的探究，依賴師生的互動，教師必須等待學生提出想法或執行部分的探究歷程，才能做回應，所以不容易在教科書中交代。從表4的分布表得知，從臺灣的教科書中所抽到的單元，完全沒有這類型的探究活動，但是美國還是有放一些。筆者認為，既然學者認為引導式的探究如此有效，美國教科書的例子很值得參考。美國教科書的寫法，是挑選整個探究過程的某些部分做詳細的指示和說明，其他的部分留空給學生做選擇，或是依探究的結果的不同做不同的處理。這個作法讓學生練習處理某些已經學過的過程技能，同時又能介紹新的技能。

其實，臺灣小學的教科書的編輯有引導式的探究的企圖，但有過之又有不及的情形。為了鼓勵學生動手動腦，編者不提供足夠的資訊，要求學生透過操作和觀察構思問題，這好像符合引導式的探究的原則，可是，編者和教師都擔心學生想偏

了，得不到正確的答案，所以又在書中寫了強烈的暗示，例如，可以在圖的標示找到答案，又例如，讓文本中示範探究的小朋友說出解題方法或理路，把原本的引導式變成結構式的探究，這些作法就是臺灣教科書「過之」和「不及」之處，使得學生只在「找答案」而非「進行探究」。

開放式的探究給學生最大的自由度，在臺灣小學生做個人專案的機會相當低，所以比例最低，只有美國的一半比例。臺灣中學生逐漸都有參加科展和做專案的機會，所以開放式的探究活動增加。

## 陸、結論與建議

### 一、結論

1.科學知識的傳遞和探究能力的培養，在美國和臺灣的自然科學教科書中，各佔的比例

美國的教科書知識陳述和探究活動的比例大概是2比1，編者們用結構式的探究活動引出主題，然後陳述大量的知識，讓學生透過閱讀獲得新概念，然後再引導學生運用知識做進一步的探究，具有整合知識和能力的作用。

臺灣小六的教科書的探究份量比美國的多，學生不容易運用已知進行探究，而且依賴教師告知重要的概念。

臺灣國一的教科書以知識陳述為主，重點放在記憶，探究的學習依賴教師的引導和科展專題的經驗。

2.兩地教科書所呈現的探究活動的類型

美國的教材有開放式、引導式和結構式的探究活動。臺灣的教材沒有引導性的活動。

臺灣的教材依賴教師引導學生，雖然小學的教材充滿探究的活動，但是沒有協助學生了解從探究獲新知，未能整合或兼顧知識陳述和探究能力培養的任務。

3.兩地教科書呈現探究內容的方式的異同

美國的教材直接陳述各探究的技能，說明每一項的名稱、重要性和歷程，並且在活動當中用不同字體和顏色標示出所運用和練習的探究技能，不但讓學生運用探究來學習，而且很有系統的獲得完整的探究知識。

臺灣的教科書在小學和中學階段，一個重視技能，一個重視知識，似未能整合科學知識和探究能力。

## 二、建議

課程改革時，新的理念雖然很理想，但是連提倡改革的專家學者，也不一定能夠把理念成功的轉化成教材和教學法，建議教育部在頒布新理念之際，同時建立專案小組研擬中小學自然科學教科書之一貫性和統整性，適度增加閱讀素材，協助出版社和審查委員建立新的教科書設計標準，並且在網站裡提供教材的原形，作為出版社和教師的參考。

## 參考文獻

- 楊思偉（民89）。基本能力實踐策略。臺北市：教育部。
- American Association for the Advancement of Science. (1989). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press.
- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune and Stratton.
- Bruner, J. (1961). The act of discovery. *Harvard Educational Review*, 31, 21.
- Caldwell, O. W. (1924). Report of the American Association for the Advancement of Science, Committee on the Place of Science in Education. *Science* 60, 534.
- Colburn, A. (2000). An inquiry primer. *Science Scope*, 23 (6), 42-44.
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New York: Macmillian.
- Harwood, W. (2004). An activity model for scientific inquiry. *The Science Teacher*, 71 (1), 44-46.
- Martin-Hansen, L. (2002). Defining inquiry. *The Science Teacher*, 69 (2), 34-37.
- National Research Council. (1996). *The National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Piaget, J. (1970). *Genetic epistemology*. New York: Columbia University Press.
- Project 2061 (2001). *Atlas of science literacy*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Schwab, J. (1962). The teaching of science as enquiry. In J. Schwab and P. Brandwein (eds.), *The teaching of science*, pp.3-10. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Short, K. G., & J. C. Harste, with C. Burke. (1996). *Creating classrooms for authors and inquirers*. 2<sup>nd</sup> ed. Portsmouth, NH: Heinemann.

Thier, H. D. with B. Daviss. (2001). *Developing inquiry-based science materials: A guide for educators*. New York, NY: Teachers College Press.

### 分析文本

自然 (1997)。 (第十冊) 臺灣省國民學校教師研習會 主編。

自然 (2001)。 (第九冊) 臺北市：國立編譯館。

自然與生活科技 (2007)。 (六年級上學期，修訂一版) 翰林出版社。

自然與生活科技 (2008)。 (第二冊，修訂版) 南一出版社。

自然與生活科技 (2008)。 (第七冊，修訂版) 南一出版社。

自然與生活科技 (2008)。 (第二冊，第六版) 康軒出版社。

自然與生活科技 (2008)。 (第七冊，第五版) 康軒出版社。

自然與生活科技 (2008)。 (一下，二版二刷) 國家教育研究院編製。

自然與生活科技 (2008)。 (第二冊，修訂三版) 翰林出版社。

自然與生活科技 (2008)。 (第七冊，修訂一版) 翰林出版社。

自然與生活科技 (2009)。 (第八冊，第五版) 康軒出版社。

Science (2005). Macmillan McGraw-Hill.

Science (2006). Scott Foresman.

Science (2005). Glencoe Science.