

科學史融入國小自然科教學之研究

喬莉莉¹ 洪志誠²

¹ 台北市百齡國民小學

² 台北市立師範學院自然科學教育系

(投稿日期：94年10月7日；修正日期：94年11月16日；接受日期：94年11月17日)

摘要

本研究嘗試將科學史應用於自然科教學，探討科學史融入教學對國小六年級學童，科學本質與科學態度之影響，以及了解學童對科學史融入教學的看法。

研究採用準實驗研究法，教材單元選取「晝夜與四季」和「太陽系中的地球」兩單元，實驗組以科學史融入教材的方式教學，控制組則以學校原有教材進行教學；教學前後以「科學本質」和「科學態度」量表對兩組學生施測，根據學生前後測結果，分析教學前後學生的科學本質觀和科學態度的改變；在國小學童對科學史融入教學的看法，則藉由半結構的意見調查表以及晤談收集資料，進而分析、歸納原因。

研究結果顯示：(一) 接受科學史融入教學的實驗組學生，在「科學本質」和「科學態度」量表的得分，顯著高於一般教學控制組的學生，其中又以「科學本質」的得分提升最顯著。(二) 實驗組在「科學態度」量表中只有「發現樂趣」分量表有顯著差異，「喜歡探討」與「細心切實」分量表的提升並不明顯。(三) 約80%的學童喜歡科學史融入教學的方式，但有10%的學童不喜歡科學史融入教學，而這類學童的共同特徵是對科學沒有興趣。

關鍵詞：科學史、科學本質、科學態度

一、前言

科學史出現在學校教育的歲月不長，大約在十九世紀末大學裡才有科學史科目，到二十世紀初期，中學和大學的教科書中已有不少份量的科學歷史內容；但是因為1957年蘇俄Sputnik人造衛星發射成功，造成美國科學教育開始忙著追求卓越，培育科學家，科學史課程並未受到真正的重視（蘇宏仁，1997）。

直到近十年，在美國許多科學教育工作者的極力推動下，科學史、哲才再度受到重視，重新開始探討科學史、哲在科學教育中所扮演的角色。1993年美國科學促進會主導的「2061計畫」(Project 2061 : Science for all Americans)列出「歷史的觀點」為全民科學十二項教學基準之一，而同樣的在「國家科教標準」(Nation Science Education Standards) (1996) 科學內容標準中的「科學史與科學本質標準」中提到：在學習科學時，學生必須了解科學反映了它的歷史，並且是不斷進步及改變的事業。教育部所頒行的九年一貫課程綱要中表示自然科學的學習，加強學生對「科學本質」是提升國民科學素養的要項之一，在「自然與生活科技」學習領域的教材內容要項中，亦有「科學與人文」主題，教導科學發展、發現的過程及科學家的故事（教育部，2003）。

瞭解「過去的」科學發展和科學家的思考對學生的科學學習有何助益呢？利用「過去的」科學史，可以提供豐富科學知識發展的情境，來幫助學生覺知到自己觀念的「過時」，同時並提供建構新概念的可能途徑（Schecker, 1992）。Carey（1985）也指出由科學史的發展我們可以看出，學生有很多的迷思概念與科學史是相平行的、學生對科學概念的再建構與科學革命的過程非常相似。鄭秀如(1997)的研究也與Carey 有相似的結果：學生的另有概念與早期科學家的想法類似，透過科學史可以幫助學生的科學學習。

Matthews(1994) 研究認為科學史在科學教學上有許多貢獻；例如：科學史可以激發學生的學習動機，吸引學生投入科學的探究；科學史可使教材更具人性化；在理解重要的科學史例之過程中，可使學生認識科學的本質；科學史可以使學生瞭解科學的不定性、可變性，因而目前人們對科學的理解也是具有可轉換的特性等等。

Laidler(1995)認為教師從歷史發展角度教學容易激發起學生對科學的熱情並學到更多的科學方法。Collins & Pinch(1994)認為藉由研讀科學史事例可以了解科

學知識發展的本質，也能認識科學中較不為人知的一面，看到科學家並不全然是理性客觀的，其主觀的信念往往決定了實驗結果如何解釋。

國內研究也發現良好的科學史教材加上適當的教學策略，能夠增進高中生、大學生甚至小學生對科學本質的了解（巫俊明和黃德和，1997；翁秀玉和段曉林，1997a；廖麗貞和洪振方，2000）。科學史除了可以增進學生對科學本質的了解之外，融入科學史的教學還能改善學生對科學的態度，使學生對科學的態度有正向的效益（鄭秀如和林煥祥，1998；莊蕙元，2002）；而正向的科學態度才能將知識和技能轉化為行動，願意使用科學過程和方法（許榮富，1992; Gauld & Hukins, 1980）。

在國小自然科學課程，「天文單元」較抽象難懂，學童需往往要具備一些時空的先備概念才能了解，而且許多的天文內容無法由實驗證明，導致學童對天文單元的學習常感到挫折與怯步。然而回顧科學史的發展，人類對宇宙的看法其實相當曲折，之間蘊藏豐富的科學故事，「地動說」、「天動說」之間的爭論長達兩千年，從宇宙觀的演變，我們可以清楚看到大多數人包括科學家的想法如何受到當時社會文化、政治與信仰的影響，藉此以瞭解科學本質以及科學態度。

綜合以上討論，本研究嘗試將天文史融入國小自然科教學，主要目的為：

- (一) 探討科學史融入教學對國小學童的科學本質與科學態度之影響
- (二) 探討學生對科學史融入教學的看法

二、文獻回顧

從文獻探討中可發現過去國內有不少科學史的相關研究，下面的討論主要整理科學史融入國小自然科教學的實徵研究，在此實徵研究意旨應用於實際的教學。

翁秀玉和段曉林(1997b)認為，科學史對國小六年級學生理解科學本質可藉科學史的教學途徑來傳達科學本質的內涵，且能確實提升中低程度學生的學習興趣。邱明富(2003)行動研究，也發現融入科學史的教學能提昇學生對科學本質的認識以及增進對科學的態度。莊蕙元(2002)以國小六年級的學生為研究對象則發現融入科學史的教學有助於提昇學生對於科學的態度。在教學上，陳金香(2002)認為科學史的教學方式應多樣化，才能引起多數學生的喜歡。另外，楊燕玉(2001)發現科學史課程對國小學生科學知識的暫時性、科學家形象以及科學社群上有顯著

改善，而在學習自然科學的目的與創造力兩個向度上則無顯著改變。根據上述研究，融入科學史的教學可傳達科學本質內涵，提昇學生對科學本質的認識以及增進對科學的態度。

儘管科學史對教學的貢獻為學界所肯定，但是科學教師在整合科學史與科學哲學於教學中時，仍然存在許多的困難（洪振方，1997）。洪振方(1999)認為只要妥善規劃，可以避免一些教學上的困擾；許良榮(1999)則認為不能期望用單一的教學模式或教學步驟來教科學史，科學史之教學存在以下問題：1. 教師對科學史教學的問題持素樸觀點。2. 教師對科學史的知識和認識有待加強。3. 教師困擾在於教學時間。4. 教師教學傾向講授方式。5. 科學史輔助教材某些段落難度較高。6. 教師缺乏教學資源的協助。陳金香(2002)天文學史教學之行動研究也發現科學史的教學應採取多樣化的教學方式，但天文學史的教學過程中，資料多且難以整理，雖改變教學方法，仍偏重講述，而學生本身學習意願和教學時間的安排，也造成教學上的困難。美國科教標準則建議小學低年級階段可採用短篇故事，或是電影、錄影帶，以生動活潑的方式介紹科學家的故事；而在高年級階段則可由學生自行閱讀相關的故事，並以說故事的方式互相分享所學（National Research Council, 1996）。

三、研究方法

本研究以量為主、以質為輔的研究，研究過程以準實驗設計(Quasi-experiment)取得量的資料，並以學童對天文史融入教學意見調查表的結果，作質性分析。研究對象為台北市某國民小學六年級學生實驗組61人、控制組58人。為了避免產生實驗組霍桑效應（Hawthorne Effect），以及控制組的強亨利效應（John Henry Effect），兩組學生在實驗過程中，均未被告知正在進行實驗教學，完全依照教學進度進行。

本研究中的自變項為教學處理(實驗組以研究者所設計的教材進行教學，控制組則依據康軒版的教材教法進行教學)；依變項有二項：1.科學本質觀。2.科學態度。控制變項也有三項：1.實驗組、對照組均由研究者親自擔任教學者，故教師特質、風格等應為控制變項。2.兩組教學時間均為25節，教學單元皆為「晝夜與四季」和「太陽系中的地球」二單元。3.量表均製成互動式網頁；利用該班級電腦課施測

並由同一位電腦教師擔任施測者，藉由標準化的說明，讓學生按照電腦教室標準化的操作步驟，力求測驗情境一致，所以施測情境也是研究者欲控制的變項。

本研究工具有四：「科學史教材」、「科學本質問卷」、「科學態度量表」與「科學史融入教學意見調查表」：

(一)科學史教材

實驗組與控制組的教學，以康軒版教課書中「晝夜與四季」和「太陽系中的地球」內容為藍本^註。實驗組科學史教材的編選上，則是配合所選取的教授單元，引用許良榮(2001)所設計的科學史輔助教材、「哥白尼21科學知識庫」中的漫畫科學史和種種科學性讀物、百科等編寫。

編選的科學史教材，分為八個單元（如表1），每單元的教學目標詳見表1。

表 1 本研究天文單元教學中所使用的天文史教材一覽表

單元主題	單元目標
地球的形狀	1. 運用觀察推理或實驗的證據推翻前人的想法 2. 智者、冒險家和科學家如何用科學的證據來證明地球是圓的 3. 認真觀測總有新的發現
哥白尼的故事	1. 科學的發現，需要長時間觀察 2. 科學的發明、發現應公諸於世
伽俐略的生平	3. 科學理論或假說是時代產物 4. 科學家也會犯錯
天動說和地動說	1. 科學知識、觀念具有暫時性 2. 科學知識、觀念受到社會、宗教影響 3. 科學理論、模型能經過重複考驗
阿姆斯特壯的故事	1. 能蒐集資料並且能做歸納分析 2. 明瞭何謂衛星和行星
發現小行星	3. 科學上的成就是集合了古今眾人大家努力的成果
哈雷彗星的故事	1 明瞭何謂恆星、彗星和流星 2 明瞭認真觀測總有新的發現
2003 的火星探險	1. 介紹人類如何探索火星，以及所擁有的火星資料 2. 火星猜猜猜—快問快答
觀賞「探索太陽系」錄影帶	學生已經了解了太陽系中的家族之後，藉由此錄影帶，讓學生看到天文望遠鏡和太空船所拍攝到的太陽系九大行星的景象，回顧人類探索太陽系的經過
跨世紀辯論「天動說對地動說」	藉由實驗教學最後的角色扮演辯論賽，讓學生回顧人類了解太陽系如何運轉的過程。

(二)科學本質問卷

本量表參考鄭可偉 (2002) 的科學本質觀問卷，修改而來，經 60 位六年級生預試，信度檢驗 α 值為 0.8134 (N=60)，並經專家效化成正式問卷，包含「科學的世界觀」、「科學探究活動」和「科學事業」三分量，於實驗處理前後進行測試。

(三)科學態度量表

此量表參考郭琪瑩 (2003) 所編擬的「九年一貫課程科學態度量表」，編製

流程如前一量表，信度檢驗 α 值為 0.8771 (N=60)，並經專家效化成正式問卷，包含「喜歡探討」、「發現樂趣」和「細心切實」三分量，於實驗處理前後進行測試。

(四) 學生意見調查表

本調查表主要在探詢實驗組學童對「科學史融入教學」的想法，共有三題半結構式的問答，分別為：「你喜歡在上自然課時聽科學史上的小故事嗎？」、「你覺得聽過科學家或科學史上的真實故事，能不能幫助你對事情真假或對錯的判斷？」以及「你覺得聽過天文史上人類的這些成就，對你的生活有沒有幫助？」。其中題二與「科學本質」有關，題三則與「科學態度」有關。

四、研究結果與討論

本節為研究結果與討論，共分三部分，第一部分為科學史融入教學對「科學本質」觀之影響，第二部分為科學史融入教學對「科學態度」的影響，最後為學童對科學史融入教學的看法。

(一) 對學童科學本質觀的影響

在此以「科學本質」問卷施測所得分數做為學生科學本質觀的指標，前後測分數的差異當作學生科學本質觀的改變。本研究假設實驗組學生在「科學本質」問卷前、後測得分產生改變，是由於實施科學史融入教學所致，因此採用相依樣本t考驗，分析實驗組學生科學本質觀的影響。

由表2，實驗組學生在分量表「科學的世界觀」、「科學探究活動」、「科學事業」和「總量表」後測平均得分均高於前測平均得分，其中又以「科學事業」分數的提升最明顯。在統計上，科學本質的個分量表均達顯著差異，顯示科學史融入教學有助於提升學生的科學本質觀。但在控制組，前後測在教統計上並未達顯著差異(表略)，學生的科學本質觀並未呈現明顯的改變。

表2 「科學本質」各分量表及總量表前後測t考驗摘要表

實驗組	前測		後測		自由度	t
	平均數	標準差	平均數	標準差		
科學的 世界觀	21.57	2.37	22.89	2.32	60	-4.064*
科學 探究活動	34.95	4.14	36.85	3.41	60	-4.1*
科學事業	21.57	2.37	24.03	2.42	60	-6.825*
總 量 表	77.8361	7.8807	83.7705	6.7661	60	-6.579*

* P<.05

為了排除實驗處理前，二組學生之既有差異，接著進行單因子共變數分析。分析時以實驗教學作為自變項，「科學本質」量表之前測分數為共變量，排除前測成績不同所產生的影響，再以「科學本質」量表後測分數為依變項，進行共變數處理，以 $\alpha = .05$ 為顯著水準，進而判定實驗教學對學生科學本質觀的影響結果。而迴歸係數同質性考驗的結果發現：「科學的世界觀」、「科學探究活動」和「科學事業」三分量以及總量表的F值分別為1.820、.443、3.887與1.257均小於3.92（未達顯著差異），其P值分別為.180、.507、.051與.265均大於0.05；表示實驗組與控制組之迴歸係數具有同質性，亦即實驗處理與前測得分無交互作用存在，所以可以繼續進行共變數分析。表3為兩組學童在「科學本質」量表之共變數分析結果摘要。

表3 兩組學童在「科學本質」問卷之共變數分析摘要表

項目	變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F值	顯著性
科學的 世界觀	組間	60.699	1	60.699	10.887***	.001
	誤差	646.764	116	5.576		
科學 探究活動	組間	113.968	1	113.988	7.057**	.009
	誤差	1873.666	116	16.152		
科學事業	組間	171.858	1	171.858	23.992***	.000
	誤差	830.937	116	7.163		
總 量 表	組間	1058.488	1	1058.488	18.674***	.000
	誤差	6575.276	116	56.683		

註：F.95 (1,116) 之臨界值為 3.92，**表示<.01，***表示 P<.005

由上表可知，三個分量表和總量表 F 值為 10.887、7.057、23.992 和 18.67 均大於 3.92 且 P 值分別為 .001、.009、.000 和 .000 均小於 0.05，表示接受科學史融入教學的學童在科學本質觀問卷的分量與總量表得分和一般教學控制組的學童得分比較，均達顯著差異。

以上研究與翁秀玉和段曉林(1997b)、邱明富(2003)等的研究大致相同，融入科學史的教學，能提昇學對科學本質的認識。但是，本研究在「科學事業」分量表中不僅達顯著差異，且得分也是最顯著的分項，此與邱明富的研究，「科學事業」並未達顯著差異有所區別。此外，翁秀玉和段曉林的研究提到，科學史融入教學對中低程度學生影響較顯著，但本研究顯示高中低學生都具影響，且在某些分量表，高程度學童的影響更明顯。

從「科學本質」問卷第 20 題「科學活動，有時會受到政治、經濟、社會的影響」、第 22 題「科學家常常運用想像力和創造力發明、發現」答題情況可進一步得到，從「天動說」到「地動說」的演變確實可以讓學童更能體會科學事業的內涵。另外，在教學過程中，正好是探測船「精神號」和「機會者號」登陸火星之時，實驗組在上這一段課程時，有具體的實例說明科學的成就，經過整理適時加入課程後，學生在第 25 題「我們可以運用科學、科技推測太空船行進路徑」多半持正面的看法。

在教學中研究者也發現：漫畫科學史的部分學生反應很激烈，不僅對觀看星相來決定是否要結婚或是戰爭等很不以為然，對宗教、政治否定科學的發現更是不平，因此對哥白尼和伽利略除了敬佩他們科學成就，還投予同情，甚至把在網路、電視看到的相關社會事件，也提出討論。此外，學生對科學、科技的成就大多持正面想法，但是大多數學童是「是非分明」的，不太能接受科學進展過程也可能對社會產生負面衝擊，因此認為科學、科技是應該造福人群的。

(二) 對學童科學態度的影響

表 4 同表 2，但為科學學態度的結果。雖然實驗組學生在分量表「喜歡探討」、「發現樂趣」、「細心切實」和「總量表」後測平均得分均高於前測平均得分，但以相依樣本 t 考驗的結果來看，只有分量二發現樂趣和總量表的 t 值達統計上顯著差異，喜歡探討和細心切實分量並未達顯著性。至於控制組，在發現樂趣分量

同樣具有顯著差異，但分數提升不如實驗組明顯；至於喜歡探討與總量表，後測得分高於前測，細心切實則後測得分略小於前測，但皆未達顯著差異。整體而言，控制組的結果與實驗組差別並不大。

表4 實驗組學生「科學態度量表」各分量表及總表前後測t考驗摘要表

實驗組	前測		後測		自由度	t
	平均數	標準差	平均數	標準差		
喜歡探討	21.10	3.63	21.33	2.84	60	-.697
發現樂趣	26.98	4.01	29.56	3.61	60	-6.551*
細心切實	28.61	3.08	29.28	3.49	60	-1.751
總 量 表	76.6885	9.0213	80.1639	8.6355	60	-5.019*

* P<.05

同樣的，為排除二組學生的既有差異，接下來採用單因子共變數分析。在迴歸係數同質性考驗的結果發現「喜歡探討」、「發現樂趣」和「細心切實」三分量和總量表的F值顯示，實驗組與控制組具有同質性，所以可以繼續做共變數分析。

下表5為兩組學童在「科學態度量表」之共變數分析摘要表。

表5 兩組學童在「科學態度量表」之共變數分析摘要表

項目	變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F值	顯著性
喜歡探討	組間	1400E-02	1	1400E-02	.002	.961
	誤差	693.540	116	5.979		
發現樂趣	組間	62.177	1	62.177	9.331***	.003
	誤差	772.970	116	6.664		
細心切實	組間	47.966	1	47.966	4.360*	.039
	誤差	1276.127	116	11.001		
總 量 表	組間	168.222	1	168.222	5.405*	.022
	誤差	3610.380	116	31.124		

註：F. 95 (1,116) 之臨界值為 3.92，*表示 P< .05，***表示 P<.005

由上表可知，除了「喜歡探討」分量外，其它分量及總表均達顯著差異。其中又以「發現樂趣」的提升最明顯。從科學態度問量表中第13題「我相信自然科的探討活動，可以幫助我或獲得新發現」、15題「我相信自然科可以讓我獲得新知識，讓我有信心處理日常生活中的事」以及第17題「當我發現九大行星竟然是以

相似的方式太陽運行，這讓我覺得自然界真是奇妙」等作答情況，將科學發展以故事的方式呈現，學童更能分享科學家發現新事物時的興奮，感受探索發現的樂趣，使其科學態度更正面。

經過共變量分析後，雖然「細心切實」達顯著差異，但由前面討論得到，這是因為控制組的後測分數略小前測，並不是實驗組教學正面影響所造成。同樣的，分量表「喜歡探討」並未達統計顯著。巫俊明(1997)研究即指出，科學史融入自然科教學可顯著增加對科學本質的理解，但不一定能顯著增加學生正向的科學態度。根據訪談與研究者教學觀察，學童科學態度的養成確實需要較久的時間，因此，一些科學態度並不會一次的教學而有明顯的變化。學童科學態度的改變需要時間，因此融入科學史的教學，對提昇學生科學態度的影響，也需要較長期的實驗教學才能得到較切確的結論。

進一步分析科學態度量表作答情況發現，學生普遍認為：衛星繞著行星旋轉，行星繞著恆星旋轉，每個行星帶著衛星繞恆星旋轉，太陽帶著所有太陽家族一起.....；這種現象非常有趣、奇妙；而在角色扮演那些天文學家回到上一個世紀作辯論時，要推翻他人的理論很不簡單，尤其是社會大眾都這樣想的時候，必須細心切實收集所有資訊，有真正的證據，找出對方錯誤的地方，予以辯證。從學生的反應中，可整理得到科學史融入教學對於提升學童好奇心，以及細心求證等科學態度確實有相當的效果。

(三) 學生對科學史融入教學的看法

從前面結果得知科學史融入教學對學童科學本質的認識有相當正面的影響，在科學態度上影響雖然不如科學本質顯著，但發現樂趣分量也有明顯的提升。下面主要透過半結構的問卷進一步了解學童對科學史融入教學的看法，從回答情況分析實驗教學的優點以及限制。問卷作答整理如下：

表 6 科學史融入教學意見調查表-題一

你喜歡在上自然課時聽科學史上的小故事嗎（科學家或是人類在科學上的成就）？		
答案	百分比	主要回答內容

喜歡	76%	<ol style="list-style-type: none"> 1.增加許多的天文知識，內容很有趣，我很喜歡。 2.可以知道一些科學偉人。 3.可以讓我知道以前人怎麼努力向上。 4.可達到娛樂的效果，更了解科學的理論、原理等等。 5.因為這樣才能增加一點知識，大家都說教育要多元，這樣就不用完全靠課本，而實現了多元教育。 6.我很喜歡聽科學的故事，因為可以增加我的知識，而且從故事中也可知科學家努力研究，或是為真理奮鬥的精神。 7.因為我將來也想當科學家，所以這些知識都需知道。
不喜歡	10%	<ol style="list-style-type: none"> 1. 不喜歡自然。 2. 對科學沒興趣。 3. 聽不懂。
其它	14%	<ol style="list-style-type: none"> 1. 主要是看故事本身而決定。 2. 有一些喜歡,有一些不喜歡，自己已經了解的不想聽，比較新奇的就很喜歡聽。

76%的學童勾選「喜歡」的原因，例如：好玩、很有趣、快樂學習、可以聽故事、可以看漫畫、學的更深入、吸收的知識更豐富和容易了解、…等等。10%的學童勾選「不喜歡」的原因包括：不喜歡自然、對科學沒興趣、聽不懂；14%的學童勾選「其他」的原因主要是，看故事本身而決定。

綜合以上觀點，大多數的學生對於科學史融入教學持正向態度，並且覺得讓課程更有趣，心情很愉快，所以很喜歡。因此透過科學史融入教學可提昇學生學習科學知識的興趣。學生認為科學史融入教學讓他們能夠知道更多的科學家故事，所學到的知識更豐富、更具體、更容易懂，並且發現有些偉大的科學家也會有犯錯的時候，和孩子的科學學習經驗也很相似。學生認為科學史融入教學似乎讓課本上的內容更真實，都是發生在我們周圍的真實事情，所以非常喜歡。

表 7 科學史融入教學意見調查表-題二

你覺得聽過科學家或科學史上的真實故事，能不能幫助你對事情真假或對錯的判斷？		
答案	百分比	主要回答內容

能	91%	<ol style="list-style-type: none"> 1. 因為如：「哥白尼」的，他就因為親自發明望遠鏡，親眼所見事實的真相才會一直反對天動說，這個道理運用到生活上，就是勸我們應該有事實的證明才能確定是對或是錯，是真或是假，所以能助我對事情真假或對錯的判斷。 2. 我們在面對一件事情的時候，可以因為故事去判斷好的或壞的。 3. 因為可以效法他人的精神，面對生活上的許多事情。 4. 以前人所發生的真實故事，假如在現在發在你身上，你可以看他們怎麼處理，在繼續解決。 5. 在考自然考試卷是非題時，就是判斷對錯、真假的時候。 6. 知道了科學家們是怎麼判斷科學的一些理論後，往後在解決問題上，又多了一種層面的思想。當遇上類似的問題，也能運用科學家的思想方法去解決。 7. 可以以他們努力上進的事情來激勵我們，來做一個模範。
不能	9%	<ol style="list-style-type: none"> 1. 不知道故事是不是真實的 2. 很笨不會做判斷
其它	0%	有時候能，有時候不能。

上表的結果有 91%認為能，主要原因是 1. 可以學科學家的處理方式，2. 有些事件，邏輯是對的，用在生活上應有幫助。3. 天動說告訴了我們「應該有事實的證明，才能確定對錯、真假」，所以能幫助我們做判斷。在上面的回答與「科學本質」量表呈現的結果是一致的，透過真實的科學故事，將科學家如何以實驗觀察推翻舊學說的曲折過程融入教學，不僅可以使學童體會科學活動客觀嚴謹的一面，也有機會了解科學的結論也會隨著新發現而改變。另外，9% 勾選不能的理由有二，第一是：不知道故事是不是真實的，第二是該生認為自己很笨不會做判斷。

表 8 科學史融入教學意見調查表-題三

你覺得聽過天文史上人類的這些成就，對你的生活有沒有幫助？		
答案	百分比	主要回答內容
有	88%	<ol style="list-style-type: none"> 1. 因為了解真相後，對有些不符合真相的事，如「地動說」就不會感到疑惑，人們才不會因為看法或思想不同而傷害對方，造成流血衝突。 2. 因為這些成就可以使用在生活方面，可以使我們的生活更便利。

		<p>3. 因為如果有錯誤的話，可以推翻並做出正確的判斷。</p> <p>4. 我們來學習知道以前人的求學過程是如此的努力、辛苦，也可以我們多多的學習。</p> <p>5. 如果沒有愛迪生發明電燈，我們晚上的生就會一片漆黑。</p> <p>6. 我覺得這不但豐富了我的知識，也激勵了我。以前人在這麼簡陋的設備下，竟然可以有這麼大的成就，而現在擁有文明社會的我們，也應該更探索宇宙。此外，在學他們所發現的東西時，也更能有一顆感恩的心。</p> <p>7. 因為如果沒有他們的話，我們就不知道地球是圓是方？天動，地動？了。</p>
沒有	5%	因為以前的事無法跟現代比較。
其它	5%	無法確定對生活是有還是沒有幫助。

上表可知有 88% 的學童認為學習科學史對生活有幫助，歸納結果有可增加見聞，幫助了解天文，了解世界人事物和自己生活的地方，可以讓我們學習他們的精神，幫助我們科技發達。勾選沒有幫助的學童的理由是：以前無法和現代比較。至於勾選其他只有一個理就是無法確定對生活是有還是沒有幫助。

值得一提的，有位學生寫出：「因為了解真相後，對某些不符合真相的事，如『天動說』就不會感到疑惑，人們才不會因為看法或思想不同而傷害對方，造成流血衝突」，找其晤談之後確定，該生已從科學史的教材，領悟到生活中人與人相處時應該尊重抱持不同看法的人，這也呼應了 Mattews(1994) 所提出認為科學史能提供科學上較人性化的一面。

五、結論與建議

本研究嘗試將天文史應用於自然科教學，探討科學史融入教學對國小學童的科學本質與科學態度之影響，以及了解學生對科學史融入的看法。本研究以準實驗研究法進行研究，研究結果主要如下：

- (一) 接受科學史融入科學教學的實驗組學生，在「科學本質」和「科學態度」量表上的得分，顯著高於一般教學控制組的學生，其中又以「科學本質」量表的得分提升最顯著。
- (二) 實驗組「科學態度」量表中只有「發現樂趣」分量有顯著差異，「喜歡探討」與「細心切實」分量表的提升並不明顯

(三) 約 80% 的學童喜歡科學史融入教學的方式，但有 10% 的學童不喜歡科學史融入教學，而這類學童的共同特徵是對科學沒有興趣。

綜合以上結論，透過科學史融入教學確實能提昇學生對科學本質的了解，此結果與翁秀玉和段曉林(1997b)研究一致，科學史的教學途徑可以傳達科學本質的內涵；但就學習興趣，本研究發現高中低程度學生對科學史融入教學皆持正向態度，且在某些分量表，對高程度學童的影響還更明顯。從「科學本質」量表，科學史融入教學的影響項目主要包括：

- 1.科學的世界觀：世界是可以被理解的，科學觀念是可以改變的。
- 2.科學探究活動：科學是講求證據的，科學活動可以用來解釋與預測，科學家嘗試驗證並避免偏見，科學並不就能代表權威。
- 3.科學事業：科學是一種複雜的社會活動，科學是由多種學門所組成而且發展方向會受到不同機構所主導，科學家可以兼具專家及公民的雙重身份參與公共事務的討論。

在「科學態度」方面，除了「發現樂趣」分量表外，科學史融入教學的影響並不明顯，巫俊明(1997)研究也有相似的結果，根據訪談與研究者教學觀察，學童科學態度的改變需要時間，一些科學態度並不會一次的教學而有明顯的變化。因此，科學史融入教學對提昇學生科學態度的影響，也需要較長期的實驗教學才能得到較切確的結論。

在探討科學史教學的成效時，也要考慮研究方法、教學法、以及研究對象和地區不同的因素(鄭子善，2000)。在個研究過程，研究者發現「科學史教材」是影響教學成敗的關鍵之一，從事教材編寫時深刻體會到，科學史教材的尋找或編寫相當耗時費力，而國內許多科學史相關的研究也發現，大多數教師肯定「科學史的教學功能」，但是也同時認為科學史教學的相關資源並不充足(許良榮，2001; 侯志洋和許良榮，2001; 黃佩貞，2002)，使科學史融入教學受到限制。一些研究也顯示，無法配合學生的喜好，以活潑多元的方式呈現教材是科學史融入教學的效果不佳的主因之一(洪振方，1997；許良榮，1999)。

此外，從教學過程，研究者發現教學方式多樣化、生動化、活潑化和生活化，比較能引起學生學習興趣，此與洪振方(1998)、鄭子善(2000)的研究結果是一致

的。在實驗教學，研究者為了使學童更能體會科學家的想法，在教學上安排一段以角色扮演的辯論方式進行，事後發現半數以上的學生肯定角色扮演的的方式，並認為可以幫助其對科學家想法的了解。

科學史融入教學成功與否，和教師本身專業密切有關，而教學者本身所持的科學哲學觀點亦影響教學成果(陳勇志，1997)。鄭淑妃和劉聖忠(2000)的研究則指出選修了和科學本質相關的課程、閱讀了與科學本質議題相關的文章及報導對教師在科學本質觀點的提升有顯著的影響。因此，對科學史融入教學有興趣的教師，必須先對有關的科學史作充分的理解，教師才能在歷史發展的關鍵處提出問題要學生思索，善用科學發展過程提供豐富的歷史情境。

「科學史融入教學」雖然得到大部分學生的肯定，但是仍有 10%的學生是持否定態度的，而這類學童的共同特徵是對科學沒有興趣。「科學史融入教學」雖然能夠幫助大部分學生對科學本質的了解和提昇學生科學態度，但是對於科學沒有興趣的學數生效果並不好。

參考文獻

- 巫俊明 (1997)：歷史導向物理課程對學生科學本質的了解、科學態度、及物理學科成績之影響。**物理教育**，1:2(10)，64-84。
- 巫俊明、黃德和 (1997)：五專普通物理課程中加入科學史事例對學生科學本質的了解、科學態度、及物理學科成績之影響。**元培學報**，4(12)，143-158。
- 邱明富 (2003)：科學史融入教學以提昇國小學童科學本質觀與對科學的態度之行動研究。國立屏東師範學院數理教育研究所碩士論文，未出版，屏東市。
- 侯志洋、許良榮 (2001)：國小自然科教師對科學史教學的態度之初探研究。**科學教育(師大)**，242(9)，2-13。
- 洪振方(1997)：科學史融入科學教學之探討。**高雄師大學報**，8(4)，233-246。
- 洪振方(1998)：科學教學的另類選擇：融入科學史的教學。**屏師科學教育**，7(3)。
- 洪振方(1999)：從科學史與科學哲學的探討反思學生社群科學知識的重建與問題。**物理教育**，3:1(4)，58-84。

- 翁秀玉 (1997)：國小自然科教師傳達科學本質之行動研究。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，彰化市。
- 翁秀玉、段曉林 (1997a)：科學本質在科學教育上的啟示與作法。**科學教育月刊**，201 期，2-15。
- 翁秀玉、段曉林 (1997b)：科學史對國小六年級學生理解科學本質之成效。**科學教育研究與發展季刊**，8，26-41。
- 黃佩貞 (2002)：台北市國中科學教師對科學史融入科學教學之態度研究。國立台中師範學院自然科學教育研究所碩士論文，未出版，台中市。
- 教育部 (2003)：國民中小學九年一貫課程綱要。台北市：教育部。
- 郭琪瑩 (2003)：戶外鄉土教學活動實施及其對國小學童科學態度影響之研究--以象山生態探索為例。臺北市立師範學院科學教育研究所碩士論文。
- 許榮富 (1992)：科學教育的科學與認知科學。中華民國第八屆科學教育學術研討會論文集編。
- 莊蕙元 (2002)：科學史融入自然與生活科技學習領域教學以提昇學生對科學的態度之研究。國立屏東師範學院數理教育研究所碩士論文，未出版，屏東市。
- 許良榮 (1999)：科學史和科學教育：一些省思與建議。**物理教育**，3(1)，93-101。
- 許良榮 (2001)：科學史輔助教材--「地球的形狀與運動」之發展研究。八十八學年度師範學院教育學術論文發表會論文集，543-571。
- 許良榮、侯志洋 (2002)：國小自然科教師對科學史融入教學之態度(2)：晤談研究。**臺中師院學報**，16(7)，551-576。
- 陳勇志 (1997)：融合科學史於國中理化科教學之評估研究。國立高雄師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，高雄市。
- 陳金香 (2002)：國小教師進行中國天文學史教學之行動研究。國立臺中師範學院自然科學教育學系碩士論文，未出版，台中市。
- 楊燕玉 (2001)：科學故事課程對國小五年級學童科學本質觀與對科學的態度影響之個案研究。國立花蓮師範學院國民教育研究所碩士論文，未出版，花蓮市。
- 廖麗貞、洪振方 (2000)：科學史、哲融入大學生命科學通識教育教學模式之初探。**高雄師大學報**，11(4)，241-265。

- 鄭子善 (2000)：科學故事課程設計之行動研究—以燃燒現象發展史為例。國立花蓮師範學院國小科學教育研究所碩士論文，未出版，花蓮市。
- 鄭可偉 (2002)：STS 教學對國民小學學生科學本質觀與學習動機之研究。台北市立師範學院科學教育研究所碩士論文，未出版，台北市。
- 鄭秀如 (1997)：科學史對學生科學知識本質觀及學習成就之影響。國立高雄師範大學科學教育學系碩士論文，未出版，高雄市。
- 鄭秀如、林煥祥 (1998)：科學史對高中學生學習成就之影響。科學與教育學報，2 期，205-222。
- 鄭淑妃、劉聖忠 (2000)：國小自然科教師科學本質觀之詮釋性研究。中華民國第十六屆科學教育學術研討會論文彙編，759-765。
- 蘇宏仁(1997)：美國科學教育的改革-回顧、前瞻與借鏡。科學教育月刊，200，2-11。
- American Association for the Advancement of Science. (AAAS). (1989). *Project 2601 : Science for all Americans*. Washington, DC: Author.
- Carey, S. (1985). Are children fundamentally different kinds of thinkers and learners than adult? *Thinking and learning skills*, 2.
- Collins, H. & Pinch, T. (1994). *The germs of dissent: Louis Pasteur and the origins of life*. In *The Golem: what everyone should know about science*. Cambridge university press.
- Gauld, C., & Hukins, A. A. (1980) . Scientific attitudes : A review. *Studies in Science Education*, 7,129-161.
- Laidler, K. J. (1995). *Accounts Chemical Research*,28,187.
- Matthews, M. R. (1994). *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. New York: Routledge.
- National Research Council (NRC). (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Science Education Standards (NSES). (1996). (ERIC Document Reproduction Service No. ED 391-690).

Schecker, H. P. (1992). The paradigmatic change in mechanics: Implication of historical processes for physics education. *Science & Education*, 1(1), 71-76.

A Study of Science Teaching Integrated with the Science History on
the Science Education for the Elementary Students

Li-Li Chiao¹ Chi-Cherng Hong²

¹Bai Lin Elementary School, Taipei

²Department of Science Education, Taipei Municipal University of Education

Abstract

The purpose of this study was to determine the feasibility and the influences of science teaching integrated with the science history on the nature of science and science attitude for the elementary students.

Two units of materials --“days, nights and seasons” and “the earth in the solar system”-- are selected as two of the courses, and the quasi-experiment method was applied in this study. The researcher evaluate the impacts of science teaching integrated with the science history by comparing the difference of learning between the experimental group taught by science history and the control group taught by the regular curriculum.

Before the comparative teaching began, a pilot survey was performed. The same survey was conducted again, and the results were compared with the initial survey to examine the possible improvement when the course was finished. Interviews were also conducted with a few selected students to gain further understanding of the impact of the science teaching integrated with the science history. The Major results of this study were:

1. The score of experimental group was significantly different with the control group, and the experimental group's students got a much higher score in in the questionnari of the nature of science.
2. Most all the result of the science attitude questionnari, except in the part of “pleasure of discovery”, had no differenc between the experimental group and the control group.
3. Most of the students are like the teaching integrated with the science history. There are only abou ten 10 percent students, who have no interest in science, can't approve the eperimental teaching.

Key words: history of science, nature of science, science attitude.