

# 將達爾文演化論發展史 融入大學生命科學通識課程之研究

廖麗貞<sup>1</sup> 林寶英<sup>2</sup> 洪振方<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 國立高雄師範大學生物科學研究所

<sup>2</sup> 國立高雄師範大學科學教育研究所

(投稿日期：89 年 1 月 17 日，修訂日期：89 年 6 月 1 日，接受日期：89 年 6 月 5 日)

摘要：演化論或是創造論在解釋物種如何發生的議題上，備受爭議。同時，在生物教學之「演化」單元中，皆沒有融入科學史及將科學本質適當的呈現，以致學生對物種發生及現存物種的概念，仍存有各種迷思概念及缺乏學習動機。故本研究即嘗試以行動研究法與詮釋研究法建立一套將科學史哲融入生命科學通識教學之模式，並先以物種演化發展史為例，從科學、科技與社會的互動切入，發展出一套適合通識教育課程之教材教法，來探討學生在學習動機、科學思考，價值判斷，科學本質，以及對科學的態度等向度的成長，研究結果顯示，科學史融入大學生命科學通識課程之教學成效良好。在學生的科學態度、了解科學本質、在「科學的人文關懷及人文的科學素養」之思辨及價值反思與對生命科學通識課程之學習興趣等向度均有顯著的成長與發展。

關鍵詞：科學史、科學哲學、通識教育、達爾文、行動研究。

## 研究背景與目的

目前通識教育已是國內大學教育中重要的一環，在大幅實施數年後，雖不乏成功的範例，然仍存有許多的問題，例如宣大衛（1996）提及國內通識教育的實施仍存有許多問題，諸如通識課程常被視為營養學分，而課程整體規劃的不夠週全、師資普遍不足、教育部規定之學分限制了發展、課程設計尚待斟酌、社會普遍

認知大學教育的首要目標為培養專才等，使得通識教育的成效大打折扣。而吳瑞媛（1995）亦云：「通識教育最起碼的目標：修課均衡、科技整合、價值反思，每一個目標皆試圖匡正專才教育的弊病，台灣的現況，還差很遠，其主要原因乃是：一為通識學分不足，二為長年專才教育的影響，學生學習興趣低落，視通識為專業課程的點綴，專業科目外的餘興節目。」根據研究者五年之通識課程授課經驗，發現大部分學生將通識課程視為營養學分，認為是專

業課程的點綴，應付了事。而老師則由於學生程度參差不齊，教材不易滿足所有學生，教授通識課程的意願亦不高。故在現行的教育體制下，亟須設計一套通識教育模式，以提高教師的教學意願，提昇學生的學習興趣，期能達成通識教育最根本的目標。

根據教育部（1984）對通識課程的說明，可知通識教育的目標便是要達到科學與人文領域的整合。此觀點亦可由宣大衛（1996）所提出的「通識教育在大學整體教育中的地位與功能」的研究中加以印證，他提出通識教育在大學教育中主要的功能就是拓寬知識廣度、融合知識產生智慧、解決人文與科技間的隔閡、專業領域的整合。

然而如何經由通識教育課程將人文與科學對立的局面融合呢？在 1940 年代中期，美國哈佛大學校長康南特（James Conant）將科學史實驗性的應用到通識教育上，其目的是讓非主修自然科學的學生，透過科學的個案史來瞭解一些現代科學，日後或可將其所學與其他領域的人類活動作一聯繫，了解科學家增進知識的方法，並能了解科學本質，對科學具有批判思考的能力。孔恩（Thomas Kuhn）曾參與此一計畫。他提出的新科學史觀將科學視為一種社會與文化活動歷程中的產品，深深影響了大眾對科學本質的看法，從此開闢一條通往理解科學與社會間關係的新道路，為通識教育中科學與人文教育會通問題提供了一個具體的課程領域（徐光台，1995）。而 Matthews（1997）亦提出科學史取向的教學與通識教育理想相契合之看法。由科學理論在當代社會文化的發展過程中，了解科學理論的暫時性與不確定性（Garrison & Lawwill, 1993），由不同的論證中，培養思辨的能力與價值反思等功能。因此，科學史取向的通識教育課程所帶來的影響，是值得研究的課題，這也是本研究欲利用科學史結合通識教育的原因。

達爾文（Charles Darwin）是著名的生物進化學家，從他在古老的劍橋大學，領受了各種學術錯綜的影響，使得達爾文有一個博雅的教育概況，得以在小獵犬號航行時，發揮他的通識知識。由於他的博學、細密的觀察、和小心推論的態度，使他產生了許多的靈感並能充分發揮其豐富的想像力，而不至於受限於當時的理論和社會文化的觀念，因而能發現問題、提出各種假設，並能經由與他人論證的過程中驗證假設，淘汰錯誤，進而創造並發展新的理論。由達爾文的學習方式及他所帶來的影響，儼然是通識教育的最佳例證。因此，本研究選定達爾文之演化論發展史作為教學研究的內容。

綜上論述，研究者認為在大學通識教育的課程中，應有以達爾文的『演化論』為主軸的現代生物學科目，利用達爾文學說孕育成功的因素之緣起、所獲得的啟示及其公開學說、開展學說的過程，以及演化論在古生物學發展的論證過程，讓學生了解科學的本質，並學習藉由不同的論證以批判式的思辨模式及分析方式，去處理所面對的問題，並且能夠應用到自己的生涯規劃、日常生活或工作崗位上。以達到吳大猷先生（1986）所說的『通識教育培養出來的人，要有知識、要有修養、還要有客觀分析的習慣和審辨事物的能力』。

故本研究主要探討如何將科學史融入大學通識教育的課程中，及科學史取向的教學對學生通識教育學習的影響。其中包括下列兩大部分：

一、根據孔恩（Kuhn, 1970）的新科學史觀及 Brown（1988）的情境學習理念，以演化論的二個向度（1. 達爾文的生平及思想；2. 物種的形成和生命的起源及其發展。）為主軸，並配合各種生物學重要概念知識來設計教材，同時依據教材蒐集、剪輯相關的錄影帶，期能建立一套科學史

取向的通識教育課程教材。並配合對話式教學法，提供學生建構新科學史觀之多元理論競爭及典範更迭之情境，讓學生經歷及參與模擬科學社群活動之認知見習。

- 二、實施前項科學史取向的通識課程教學後，學生對通識課程之學習興趣的改變，探討學生對科學的態度、對科學本質之瞭解的改變，以及學生在「科學的人文關懷及人文的科學素養」之思辨及價值反思的成長。

## 文獻探討

### 一、大學通識教育的目標及功能

近幾年來人文與科學的整合，一直是教育上的重大挑戰，而通識教育也被賦予整合的重任。在理念上，通識教育乃是為了彌補專才教育的流弊，它在大學教育中最主要的功能就是拓寬及融合知識的領域以產生智慧。吳大猷先生（1986）指出，所謂通識教育和專才教育是相對的。通識教育的要義或理想，是使一個人有國家文化歷史的基本知識；有哲學、文學、藝術的修養；有科學和它發展的基本知識、方法和精神的基本瞭解，有對社會政治問題的知識；有這樣廣博的基礎，才能對事物有客觀分析的習慣和審辨事物的能力，這樣的一個人，從他個人的觀點，可享受較豐美的人生，從社會觀點，可對國家社會有較大的貢獻。李家同教授（1987）的「遠離鬥毆場」一文中指出，通識教育有不同的層次和作用，（1）在最低層次，通識教育的作用是增加學生對本行的瞭解。（2）在較高的層次，通識教育的作用是提高學生做人的修養。（3）在最高的層次，通識教育的作用是使理工學生能夠欣賞人文科學的重要性，同時也使人文學生欣賞到科技的重要性（引自朱建民，1994）。在較高層次中所提及的個

人修養，和吳大猷先生的觀點吻合，在高層次的作用，乃是人文與科學的整合與互通，這和教育部通識課程的目標是一致的，可見對於解決人文與科學的鴻溝，許多人都認為是通識教育的目標與工作。除了國內學者對於通識教育有深切的期望，在國外亦是如此，哈佛校長 Conant 於 1945 年主導通識教育改革的任務後闡述通識教育的目標在培養學生四種能力：有效思考的能力、溝通的能力、能做適切判斷的能力、對價值認知的能力（引自黃坤錦，1994）。因此，國內、外學者對通識教育之任務的共同看法為：通識教育的目標，是要使學生走出專才教育的框框，而以較寬廣的觀點看宇宙、世界、社會、人生和知識（唐君毅，1988）；

### 二、科學史在通識教育上的應用

徐光台（1995）曾提及科學史取向的通識教育，有助於科學教育與人文教育的會通；劉君燦（1997）亦提出通識教育應納入科學史課程，以溝通科技與人文這兩種文化；而 Oldroyd（1977）認為科學史的教學，能讓學生了解科學與社會之間的關係，縮小科學與人文的鴻溝。故可知科學史在通識教育上有著舉足輕重的角色。

Conant（1947）是早期提議使用科學史個案研究作為教材的學者，他曾論及科學史對非主修科學的學生的重要性，強調欲使非主修科學的學生“外行人”認知到科學過程中所包含的問題，以致於能對有關科學的議題作有知識的政治性決定，非為教授更多的科學事實或原理，而是教授科學史（引自 Hendrick，1992）。Gauld（1992）更指出：教授科學史不只教授科學的概念，更有助於將科學置於其文化背景中；此對於非主修科學的學生之教學非常重要，因為他們非常需要一些援助，助其連結科學到他們的經驗或研究領域中。近來有更多的證據顯示科學史在通識教育的重要性，如：美

國科學促進會 (American Association for the Advancement of Science, 簡稱 AAAS) 檢測大學程度自然科學的教學的報告 - 科學的博雅教育：行動的綱領 (The Liberal Art of Science: Agenda for Action) (1990)，其中強調各種的博雅教育（即通識教育）能被用來增進科學的素養，且認為「科學課程應置科學於其歷史情境中，無論是主修科學或非主修科學的學生，都應以一種重視科學是一知識性的、社會性的和文化性的傳統的一部分的心，來完成其科學課程」。報告中亦指出科學史取向的通識教學最顯明的好處是「並不需要具備太多的初始的科學知識或複雜的數學技巧」。Matthews (1997) 提出科學史取向的教學，與通識教育之理想相契合的看法。他認為融入科學史哲，能增進科學教學的效果，能使離開制式教學的學生，對科學的學習持續不輟；而繼續升學的學生，對科學能有更深入的探究。在國內，趙金祁教授在極力推動科學與人文的互動平衡，主張科學史與科學哲學融入科學教育在平衡科學與人文的重要性（趙金祁，1993a，1993b，1994）。

### 三、科學史取向的通識教學對學生科學態度的影響

許多科學教育學者們強調：科學教育的主要目標是在培養全民的科學素養（鄭湧涇，1994）而科學態度是科學素養的主要元素（Welch, 1985）。Conant (1964) 的「Science and Common Sense」中提及「我們需要的是一些方法能夠把科學的原理和實際灌輸給非科學家。我們不能希望有什麼捷徑，可常讓人的腦子像專家一樣對科學問題具有一種本能反應；但是，我相信有一件事是能夠做到的，那就是把從事守門研究的科學家與學習科學成果的普通人之間對科學瞭解的懸殊做某種程度的彌補，彌補的辦法可從討論往日科學增進知識的方法上得到。」由上述這一段話可知科學史對

一般國民科學素養的養成有相當大的影響，使大眾對科學能有起碼的瞭解和鑑賞，並具有批判和思考的能力。Oldroyd (1977) 認為科學史的教學，能讓學生了解科學理論是持續改變著，因而能使學生開闊心胸、接受錯誤；並讓學生了解科學與社會之間的關係，縮小科學與人文的鴻溝。Brush (1989) 提出哈佛大學於1970年正式推展 Project Physics Course，由早期的研究顯示雖然在物理知識方面無顯著差異，但是學生對物理的態度有顯著的改變，學生不再認為物理很難，而願意去閱讀它。因此，經由科學史取向的教學，讓學生沈浸於科學史所提供的情境中，瞭解科學的生活、研究工作，能使學生對科學家及其工作的鑑賞與興趣，能使學生心胸開闊，接受錯誤，改變學生的科學態度。

### 四、科學史取向的教學對科學本質的影響

Norman (1998) 主張科學素養應包含了解科學和一般的文化社會以及二者彼此的相互影響，歷史老師應致力參與。其目的是使未來的公民能瞭解科學、科技和社會如何互相影響，面對問題或困難時能進行理性的批判思考，有效的解決問題和下決定。然而，從諸多研究結果可知目前教師和學生對科學本質的了解並沒趕上時代的潮流，依然停滯在邏輯實證的觀點（林陳涌，1996；Gallagher, 1991；Lederman, 1992）。因此，增進學生對科學本質有適當的了解，乃為一刻不容緩的課題。

在 Conant (1947) 將科學史實驗性的應用到通識教育上面的同時，孔恩 (Thomas Kuhn) 也應邀參與了此實驗課程，在閱讀了過去的科學著作，透過對這些著作的瞭解，進而對過去在實證哲學的影響下的舊科學史觀，與其相關的科學哲學加以省思後，對科學真實歷史的發展提出一套嶄新之見解，將科學視為一種社會與文化活動歷程中的產品。他提出的

新科學史觀，深具通識教育的意義，為科學史與科學通識教育帶來極大的衝擊。因為舊科學史觀主張科學發展是依照科學方法所獲致的科學成就累積下來的直線進步歷程，此時，科學史在科學教育上的能僅是介紹以往偉大科學家的科學成就，無從考慮到科學發展中所含的人文與社會因素。而孔恩的新科學史觀則認為科學活動是一種社會活動，科學發展是科學家在當時社會文化脈絡中探討自然活動現象歷程下的成果。科學教育或通識教育方面，孔恩的新科學史觀所蘊含的意義在於改變我們對科學本質的看法。

此外，Conant (1957) 提及：若仔細研究科學發展史，即可發現科學大師們並不是用任何一種方法來展開其新研究的，故主張沒有所謂的「固定的」科學方法這種東西；因此從科學發展史的探討，可以讓學生深刻的認識到科學家面對問題時的各種深思方法，學生經由此種科學史的認知見習，將有助於他們領悟解決問題的方法與科學家創造的過程。Garey and Smith (1993) 評論現在的科學課程指出：雖然強調實作的過程技能，有可能使學生學習到實驗的設計及操作的能力，但是對於這些過程技能在建構科學知識的角色並沒有幫助，也就是沒提供學生對於科學探討的本質的認識。換句話說，科學學習，一旦脫離了學習的情境，只有抽象的學習，故而強調與“情境”連結的教學，正反應了科學史所能提供的特質與功能（引自許良榮等，1995）。換言之，在科學史取向的教學情境中，讓學生見習科學家如何面對問題、思考探究問題、解決問題，進而認識其中所蘊含的科學本質。因此，本研究選擇以達爾文演化論的發展作為教材，讓學生藉由演化學說的發展，以經歷科學發展的過程，從教材所提供的真實歷史情境中，以瞭解科學本質的新內涵。另 Nickles 等人 (1996) 提出來自於 Project 2061 的各種報導說明將演化論與強

調科學本質的教學整合，已獲得許多的支持；而在美國的加州 (1990) 和密西根州 (1991) 則已採取科學的指導方針 - 強調有關科學本質教學的重要性，並將演化與特殊的科學知識整合。由此可知，演化科學發展史的教學，可增進學生對科學本質的了解（引自邱美虹，1994）。

## 研究方法

### 一、研究對象

#### 1. 教學對象

本研究的研究對象皆為國立高雄師範大學八十六學年度第一學期選修生命科學通識課程的 41 名學生。其中人文教育學院九人、教育學院十一人、理學院二十一人，皆非主修生物者。其中，有十二人在高中是選讀第三類組者，對生物非常有興趣。經統計大一新生有九人，大二學生有二十人，大三學生有十二人；男生二十人、女生二十一人；有十八人是初次選修通識課程。由於參與研究的對象中，主修科學與非主修科學的學生各半，故學生的先備知識、科學素養、對科學本質的了解、科學態度等有著極大的差異。

#### 2. 晤談對象

由教室現場的觀察及小組討論時學生的表現、「了解科學本質」量表前後測及學習感受問卷施測結果，選擇上課情形及量表施測結果有較大改變，並有配合意願之學生為長期觀察、晤談的對象，同時於課程結束後立即進行晤談，以進一步了解其科學本質、思辨及價值反思能力及態度之改變。

### 二、研究設計

#### 1. 研究設計的理念

近來許多建構主義學者一致認為教師應走出知識傳輸的模式，積極協助學生學習建構知

識，提供機會讓學生利用所學知識以探討問題、解決問題、甚至下決定。希望學生能成為科學化的探究者、批判性的思考者、系統化的問題解決者及具有價值反思的決策者，故在教學上要強調高層次的思考及應用（高熏芳，1996）。欲達到上述建構論的教學理念，則須給予學生「有機會」去經歷這個世界，洪振方（1996）認為在設計科學課程時，不但不應過度簡化課程的情境，更應維持科學學習的豐富性與複雜性，使得學生得以認識其間的關係和結構而形成意義。

因此本研究的課程設計乃是依據孔恩的新科學史觀，敘說達爾文的演化論在十九世紀的社會文化中發展出來的歷史過程，由他在觀察自然現象，思索並評估千頭萬緒的線索，而產生了豐富且發人深省的問題。同時，在當時的社會中充滿著意識形態的詭譎、及其理論發展過程中充滿了動態的學習環境等構成了一個科學社群的環境，並由錄影帶呈現一個真實情境的學習環境，共同發展成一套科學史取向的教材，同時配合對話式教學法藉著提供無威脅的對話情境、啟發對話性的互動、鼓勵集體的合作反省、透過差異的多元文化創造對話意識、以及支持學生導向的對話探究等方式，極適用於通識教育的教學，讓學生經歷、參與科學社群「真實的活動」的認知見習。

## 2. 教材設計的理念

達爾文演化論的教學對了解現代生物學的教學是非常重要的，很多研究亦顯示出演化論的教學非常困難(Bishop & Anderson, 1990 ; Brumby, 1984 ; Clough & Wood-Robinson, 1985 ; Halldan, 1988 ; Smith & Murphy., 1998)。而 Jensen & Finley 於 1995 年對非主修科學而選修生物學原理的學生施以富含科學史的教材配合概念改變的教學策略以教授達爾文演化論，獲得良好的成效。其後更進行使用不同的教材和不同的教學策略以探究學生對演化的理

解之改變的研究，結果亦顯示學生較支持富含科學史的教材及使用「二人配對解決問題」的教學策略（Jensen & Finley, 1996）。不過他們的研究都還停留在知識的層面，研究者認為通識教育除了讓拓展學生的知識領域，正確了解不同學門知識間之關係外，更應該讓學生擁有「科學的人文關懷及人文的科學素養」的思辨及價值反思的能力，以及對自己如何在這世界上自處，有所反省。

故本研究之教材共有兩部份，第一部份以達爾文的生平及思想為主，乃採用科學家傳記及學說在其社會文化脈絡中發展的方式編寫，並配之以每次授課約二十分鐘長度的錄影帶，其中一套是由英國 BBC 電視台所錄製的「達爾文的航行」(The Voyage of Charles Darwin)，共七捲，由國立教育資料館翻譯配音（1989）；另有一捲是自然界的偽裝術，皆由國立教育資料館翻譯配音。研究者配合著所編的教材從中剪輯而成，從教材與錄影帶所提供的情境中，讓學生了解達爾文的求學生涯、小獵犬號所見到自然界的事實、個人的思考、及他在研究物種起源、評估千頭萬緒的線索時，思緒如何在其腦中掠過、早期理論的發展，以及探究達爾文如何與同時代的人互動、如何建立科學通訊網為他提供資訊、如何將其理論呈現在世人面前的過程等。從教材和錄影帶所提供的情境中，亦可讓學生了解科學家研究成果的價值並不是絕對正確的，而是跟隨著文化風尚的轉變而起落的；讓學生了解所有的偉大理論皆來自想像；同時讓學生瞭解科學家並不僅僅是記錄事實，更須構思學理架構，提供更多的研究方法、管道，以使所觀察的結果更具意義。

第二部份的教材主題是談論「物種的形成和生命的起源及其發展」，從物種的形成以至於生命的起源，配合三十分鐘的錄影帶（蛻變的地球 - 生命起源於海洋，由 NHK & BDF 共同製作發行），論及地球上主要之生命形式的

起源及演化，進而談論生命的本質和遺傳基因：DNA，此時並配合十五分鐘的錄影帶（DNA：生命之鑰，美 PHOENIX 製作發行，國立教育資料館翻譯配音）；繼而談論生殖的方法和複製的定義，兼談複製羊的技術及桃莉震撼下的科學與社會倫理的反省，讓學生了解生命的起源及認識生命的本質，進而能重視並尊重生命，以培養學生的思辨及價值反思的成長。

本研究所編寫之教材，皆商請生物學專家及高中資深生物教師審定，經修訂後完成。

本教材共分為十個主題。茲將本研究所編寫之教材中，各主題所蘊含之科學態度、科學本質、思辨及價值反思、科學知識以主題二說明如下：

通常在紀錄過幾點有關岩石和地層的作用與特質後，通常可以推理和預測到他處會有什麼發現，不久整個區域就真相大白，而整體的構造也就大致可以理解了（科學本質：科學知識可用來預測某自然現象的發生）（科學態度：科學問題的解答均需藉助客觀的推理）我隨身攜帶賴耳(Lyell)的「地質學原理」第一冊，這是我仔細研讀的書，他對我在許多方面都是最有用的。它使我所想過的或研究過的一切，都和我所看過的或約略見過的事物有直接關聯：這種思想在航行的五年中從未間斷過。我確實認為，這種訓練使我能夠完成我在科學中想做的一切事情（科學本質：各學科的定律、學說、觀念是有關聯的）。

1832年1月16日船抵達綠角(Cape Verde)群島的主要大島聖雅各(St Jago)島，達爾文終於有機會踏上陸地。這是他生平第一次親眼看見火山島嶼；他開始採集標本、作記錄和觀察了，沒有一樣東西能逃過他利眼：鳥類、景觀、土著、塵土以及植物。他仔細觀察一隻海蛞蝓，把它解剖開來，發現它的消化道裡有一堆小圓石（科學態度：科學問題的解答均需藉

助於觀察）。但在登陸之前，達爾文就已經預先收集了可能是從陸地吹入海中的細土，為了要證實這些細土的來源，他不顧暈船之苦，毅然爬上船桅處取石塊，在顯微鏡下研究。（科學態度：科學問題的解答均需藉助於觀察）。在南美外海五百四十哩以外的聖保羅島，他只能見到的生物是海鳥和牠們身上的寄生蟲，如此的事實讓達爾文悠然思索生物是如何在新形成的島嶼上產生的。（思考）

進入熱帶雨林後，他也深感迷惑：為何此處沒有大象或犀牛一類的大型哺乳動物？在這叢林中，他也發現自己對大自然的興趣超過其他的喜好，對觀察思考的樂趣，超過打獵的樂趣。（思辨及價值反思）達爾文特地下馬觀看一場大黃蜂和大蜘蛛的生死決鬥，不准牠接近獵物（科學的人文關懷）。也遇上了雨林中最驚心動魄的一幕——螞蟥雄兵。當這群閃閃發光，沒有誰是絕對安全的。不是獵殺就是被獵殺，現實環境就是這樣，於是，弱者為了生存，就只得把自己偽裝起來。（思辨及價值反思）

此處的教學，老師首先要學生界定二個名詞：什麼是擬態？什麼是保護色？而警戒色是否為擬態的一種？它們對生物的生存有何功用？以建立學生生物學的知識概念。同時質問學生是否有被強凌弱的經驗？什麼感覺？有何反應？再遇到此狀況，是否會改變自己的態度？如何改變？從問題的討論過程中培養學生科學的人文關懷之思辨及價值反思。隨後讓學生觀看達爾文在南美熱帶雨林之旅的錄影帶，及「自然界的偽裝術」的錄影帶。接著進行作業二的作答。

#### 作業二

達爾文在熱帶叢林裡觀看了幾個驚心動魄的場景，深覺大自然猶如一個大戰場，弱者為了生存，只得把自己偽裝起來。反觀人類社會，人與人之間亦有

相互偽裝的現象發生，您認為這樣的保護模式，對人類而言，是否適用？理由為何？

一般學生認為科學家的角色是中立的、理性的，甚而冷酷無情的，然而由本主題的教學，可消除這種迷思概念，並能了解達爾文善良、悲天憫人的心懷，亦即科學家是人性的。而作業二的安排，就是希望學生能作「科學的人文關懷及人文的科學素養」之思辨及價值反思。

### 3.教學設計的理念

黃俊傑（1992）指出通識教育是一種建立人的主體性、建立完整人格、完成「人之解放」的教育。而蘇俄心理學家 Vygotsky 認為認知的發展是與他人進行社會互動與合作的結果，尤其透過語言進行不一致意見的辯論，將可以激起高層認知的學習。學習者在不斷面臨不同意見持有者的挑戰與說理中，慢慢學會如何調適或重組自己的認知結構，去處理不同觀點所帶來的衝擊，並豐富化自己的溝通經驗（Berk & Winsler, 1995；陳美玉，1997）。故而本研究課程的教學設計乃採用小組對話式的「合作學習」及反思活動的方式進行，以培養學生審慎思考、明辨判斷、溝通協調、從容應對與調適分歧的價值衝擊。由於選修「生命科學」通識教育課程的學生係來自不同的科系，因此，對話小組的分組，是採用有條件的隨機分配，即各組皆須包含有文學院、教育學院、理學院的學生，經由不同科系間的對話、協商、論證，以解決意見的分歧、化解價值的衝突，而進行高層認知、思考能力的發展。教學上採用情境模式，利用錄影帶提供「科學史多媒體視界」，以營造一豐富的學習情境，提供全境脈絡來思考，並帶領學生進入活動的故事或主題中。希望學生在參與創造知識的對話過程，獲得聆聽、表白、合作、堅持與尋求共識的能力，並破除個人隱密世界的自我束縛（陳美玉，

1997），從而成為更開放的個人，願意在對話與合作的過程，表現出容忍差異、欣賞多元的態度，達成高層認知能力的發展。

本研究的教學設計是先由教師以對話式教學法引導學生進入主題，並說明有關的生物學知識或專有名詞，例如：擬態、保護色、珊瑚礁生成理論、自然淘汰論、自然發生說、群聚、生殖行為、生殖隔離、生殖方法、遺傳、DNA、複製等，隨後讓學生觀賞與主題相關的錄影帶。本研究中老師的角色，不是仲裁者，而是幫助者、引發動機者、教練、激勵者、協調者。教師依據科學史所提供的情境，營造出一開放的教學情境，教師須先摒棄凡事都有唯一正確答案的觀念，減少封閉性問題的提出。透過一系列開放的問題，進行如 Miller 所謂的「一邊鼓勵學習者慎思、質疑自己的觀點與反應，另一邊則協助進行更有效的思考，或針對問題本身採行各種深究活動」（Miller, 1992）。

授課結束後，根據談論主題設計一開放性的探討問題，作為學生之作業及小組討論之主題。學生繳交個人作業的目的乃希望其為自己相信的立場先行論述並整理思緒，希望在小組進行開放的對話時，能確保每位學生擁有較平等而足夠的談話機會；同時為避免對話流於無效或無方向，可作為適當涉入對話內容的鷹架。在寫完個人作業後，旋即進行小組對話式的合作學習。對話小組共有六組，每組六至七人。學生須接受同組其他持不同立場同學的挑戰，發掘自己立場背後的假設及其蘊含的意義，並面對自己立場的弱點，試想別人立場的有效性，進而去修改或補充自己原來的觀點，同組終而達成一致的決議。接下來，再由各組提出對話討論的結果，上台報告並接受他組同學的挑戰。最後，教師綜合各組的報告，並針對某些爭論的焦點，提出個人的意見，並與學生討論，以達「求同存異，化異為同」之境。整個的教學設計之流程如圖 1 所示。



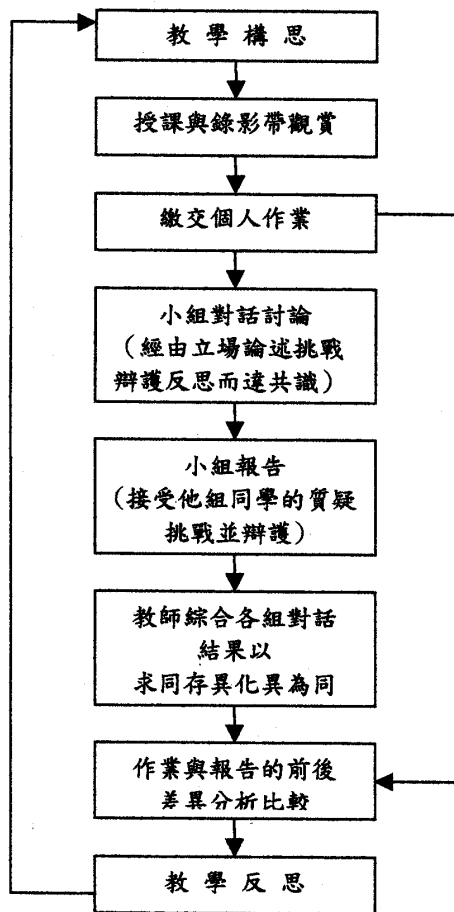


圖 1：教學活動流程圖

### 三、研究工具

#### 1. 『科學態度』量表

本量表是由美國 Richard W. Moore 及 Rachel Leigh Hill Foy (1997) 所發展的「科學態度量表」(The Scientific Attitude Inventory, SAI II) 經翻譯後，由專家審定，並經由英語系教授再翻成英文與原問卷對照以修正之，來進行專家效度之評估。再由六十八位學生進行信度考驗，所得 Cronbach 值為 0.75，尚稱理想。此份問卷共有四十題，正負陳述各半，立場陳述由兩個為一組，例如：I-A 和 I-B 表示同一觀點的相反立場。第一個立場陳述著重於

說明科學理論和定律只是接近真理，一樣會改變。第二個立場陳述著重於說明科學有其限制，只能解答與科學現象有關的問題，有時甚至還不能。第三個立場陳述著重於說明要具有科學態度，必須具備的特質為對知識誠實，且在證據充分的情形下，能有願意改變自己立場的心胸。第四個立場陳述著重於說明科學是引發想法的活動。第五個立場陳述著重於說明科學的進步需要大家的支持，因此應讓大家知道科學的本質及其研發的方向。第六個立場陳述著重於說明身為科學家或從事需要科學知識及思考的工作，是極為有趣且回饋很大的終生工作。

#### 2. 『了解科學本質』量表

本研究採用林陳涌 (1996) 發展之『了解科學本質』量表 (Understanding of the Nature of Science, 以下簡稱 UNOS)。UNOS 為李克特 (Likert) 式量表，包括三個分量表：『科學方法的本质分量表』、『科學知識的本质上分量表』、『科學事業的本质上分量表』。

#### 3. 作業評量

作業評量除了作業六用以評量學生的科學本質、探討學生的觀念為傾向於邏輯實證或後邏輯實證外，其餘皆為對學生「科學的人文關懷及人文的科學素養」之思辨及價值反思能力及態度的探討。本研究根據李瑛 (1995) 綜合多位學者的看法所歸納出來的批判思考能力及態度，及張玉成 (1993)，綜合多位學者的看法所歸納出來的批判思考的特質以及葉尼斯 (Ennis, 1987) 所指出批判態度，對照本研究根據教材主題情境所設計之作業評量內涵而制定一包含八個特性之作業評量評分原則，其重點聚焦於下列各特性：(1) 澄清問題的能力；(2) 掌握主要觀點；(3) 常保原創性及對事物的關懷；(4) 運用可信度較高的資源；(5) 找尋多元推論的方式；(6) 心胸開放；(7) 從事價值的判斷；(8) 主動、積極、有建設性的思考歷程。

由於本研究的作業問題是開放性的，且由於各主題的不同，問題中所含的內涵亦不同，故僅能就各組學生各自在申論題的寫作過程中的舉證、論述、批判的結果與小組對話、論證、協商後的報告作一比較。做法是：由各組中每位同學申論的結果，依循前述所提之八個特性，予以分析、量化後，與小組對話、論證之報告經分析、量化後的結果相比較，以評量學生「思辨」及「價值反思」的成長之改變情形。量化的方式為：凡課後個人的報告及小組討論後之報告能符合上述八項特性之任何一項，即予以計分一點，若一份報告中，含有上述特性五項，則記以五點。為了估計評分的一致性，研究者於五次作業評量中，各抽取十五份，由兩位碩士畢業主修生物者加上研究者共三人，依據作業評量原則對樣本進行評分，並依據所評之分數求相關，所得之評分者信度彼此皆達到 0.8 以上的正相關，表示此作業評量評分原則，由不同的評分者評定，結果頗為一致。其詳細評分原則如廖麗貞及洪振方(2000)所述。

#### 4. 對『通識課程的學習興趣』調查表

在學期初，進行對「通識課程的學習興趣」的開放式問卷，以了解學生對通識課程態度、價值觀，作為本學期課程規劃的參考，並可由此問卷以了解學生選修通識課程的狀況：包括是否初次選修？或是有過選修通識課程的經驗？其選修通識課程的經驗如何？對所選修課程的意願及滿意度如何等。

#### 5. 『學習感受』開放式問卷

學期中進行「對通識課的學習感受」的開放式問卷，以了解學生對本課程的學習興趣、經由本課程的進行，學生在「科學的人文關懷及人文的科學素養」之思辨及價值反思的成長、學習狀況，以做為調整教學之參考。在學期結束時，進行「期末感受問卷」，此份感受問卷乃是針對研究目的而設計，以了解經歷一

學期的科學史取向的通識教育課程教學，學生在科學態度、科學本質、在「科學的人文關懷及人文的科學素養」之思辨及價值反思、對通識課程之學習興趣四向度之成長的自我評量與感受。

#### 6. 教室觀察記錄

研究者在進行教學之同時皆有隨時簡要記錄教學日誌，並商請研究生協助對整班上課情況進行錄影及針對學生發表與面談輔以錄音，並轉錄成文字資料，以供教學改進參考。研究者透過實際教學體驗、錄影帶、錄音帶配合回收之作業、感受問卷進行分析，利用在融入科學史的教學中，教師的教學與學生的學習間之互動歷程，以探討學生與研究者上課互動情形，且確認所觀察之結果與發現。

## 研究結果與討論

### 一、科學史取向的通識教育課程教學對學生學習興趣的影響

本研究乃是採用 1. 教室觀察 2. 「對通識教育課程學習興趣調查表」及期中與期末「學習感受問卷」的作答，以探討經由科學史取向的通識課程教學對學生學習興趣的影響。

#### 1. 教室觀察

在課程開始時，學生的上課情形並不理想。由於學生均為初次接觸到科學史取向的教學，感覺很新鮮，部分學生興趣盎然的參與課程；但仍有部分同學，表現出興趣缺缺，甚至有些學生在看其他書籍。教師在進行對話教學時，只有極少數的學生臉上有反應，但仍不敢出聲回答，教室呈現一片靜默，有些學生打起瞌睡來。在小組討論時，幾乎無人發言，只見小組長頻催組員說話，卻始終枉然。後來老師改變方式，讓各小組的組員間自我介紹，以增進彼此的了解，並試著討論事先擬定的作業評量，幾經嘗試、訓練，歷時三週，終於打破了

彼此間的隔閡、生疏感，能針對主題，熱絡的討論起來。此時上課的情形稍見改善，漸能與教師對話。

到學期中，學生上課的態度轉趨熱絡，教師的對話教學，也能順利進行。小組的對話論證，更是熱烈，課室中不時傳出激烈的論證，為使小組的論點達成一致。而在各組代表報告時，課室不時傳出哄堂的笑聲，教室充滿著和諧、快樂的氣氛。

在期中考過後，甚至數度因小組對話討論過於熱烈，常有欲罷不能之感，往往佔用下課的時間，而大部分學生似乎並無怨言。由此可見，這種通識教育課程的教學設計，確能引起學生學習的興趣。此種情形亦可由課後之訪談資料加以佐證：

科學史取向的教學，似文似武，它有點像是文學院的史，又卻是理學院的科學，如此一來能讓大家一起來修習這門課程，嗯！It's so good！我喜歡！《編號 C108》

科學史取向的教學，使我對達爾文的生平有更深入的了解，且教學中間還穿插錄影帶教學，使人印象深刻。還提出問題，讓我們加以思考。我覺得上課很有系統、一貫性，能對整個課程非常了解，使我對這學期的通識課程，非常感興趣。《編號 C140》

2.由「對通識教育課程學習興趣調查表」及期中與期末「學習感受問卷」以探討科學史取向之通識教育課程對學生學習興趣的影響。

在上課的第二週，進行「對通識教育課程學習興趣調查表」的施測，有一題為：就您選修通識教育課程的經驗而言，您對目前的通識教育課程是否覺得滿意？為什麼？結果能對課程教學感到滿意，表示有學習的興趣，在學期初只佔 50%。在學期中與學期末之「學習感受

問卷」中第一題：您認為這種「科學史取向」的教學能增進您的學習興趣嗎？為什麼？請詳述。分析此開放式問卷結果認為能增進學習興趣者占 72.5%，至學期末則提高至 94.4%，而認為無法增進興趣者則顯著減少，由 20%降至 5.6%，另在學期中有 7.5% 宣稱不知道。歸納期中「學習感受問卷」能使學生增進學習興趣的原因是：

- (1)能了解科學理論的發軔、演變及與社會互動的歷程，加深學生的印象，能增進文組學生的學習興趣。
- (2)科學史取向的課程設計、多媒體的教學，有系統、一貫性，似述說故事的方式，能引起學習的興趣。
- (3)對話教學、師生的互動、小組的討論、熱絡的氣氛，能增進學習的興趣。
- (4)將科學家和學習者間的距離拉近，對科學的感覺不再是艱深、晦澀，而能增進學習的興趣。
- (5)科學史取向的教學，能增加學習的動機，想要得知更多的知識。

而由期末「學習感受問卷」歸納能使學生增進學習興趣的原因為：

- (1)因課程內容深入、神奇而引人入勝
- (2)多媒體教學，提供真實情境而引起興趣
- (3)對話教學，小組討論，能激起學習意願
- (4)與生活結合，可提高學習興趣
- (5)淺顯易懂，深入淺出的學習

由於是科學史取向的教學，不會有艱深難懂的理論，又可提供主修科學的學生另一種思考的方式，大致上這種在融合科學與人文的課程還是頗受學生的喜愛。

## 二、科學史取向的通識課程教學對學生科學態度之影響

本研究從(1)科學態度量表前後測之結果；(2)學生期末的「學習感受問卷」分析結果，以探討學生科學態度之改變情形。

1. 經由「科學態度」量表前、後測結果以探討學生科學態度的改變

經由本研究所設計的通識教育課程教學處理後，以 SAS 統計軟體針對其前後測結果進行相依性 t 考驗，顯示學生科學態度的評測達顯著水準( $P=0.034^*$ ) (表 1)，顯示學生在科學態度方面有所成長。

2. 由期末「學習感受問卷」來探討學生科學態度的改變

在學期末學生所填寫的「學習感受問卷」中，有一開放式問題題目是：您覺得這種「科學史取向」的生命科學通識教育課程教學，能使您的科學態度改變嗎？請說明。結果在出席的 36 位學生中，32 人宣稱科學史取向的教學能使其科學態度改變，佔 89%。研究者歸納科學史取向的通識教育課程教學改變學生科學態度的原因乃是因科學史取向的通識教育課程教學，讓學生了解到：

- (1)科學家在證據充分的情形下，能有願意改變自己立場的心胸。

(2)科學是引發想法的活動。

(3)科學就是生活，生活就是科學，科學的進步需要大家的支持。

(4)科學工作極為有趣，會樂於研究科學。

然而由上面的論述可知，科學史取向的通識教育課程，確能使多數學生的科學態度有正向的改變。

## 三、科學史取向的教學對學生了解科學本質的影響

本研究將由(1)「了解科學本質」量表前後測之比較；(2)由作業評量之結果；(3)學生期末的感受問卷之統計分析結果，以探討學生對科學本質的了解。

- 1.經由「了解科學本質」量表探討學生科學本質的改變

以 SAS 統計軟體對「了解科學本質」量表前後測結果進行相依性 t 考驗，結果顯示達顯著水準( $P=0.001^{**}$ ) (表 2)，表示經由本研究所設計的課程教學，學生歷經達爾文學說孕育成功的因素之緣起、所獲得的啟示及其公開學說、開展學說的過程，以及演化論在古生物學發展的論證過程等，確能幫助學生了解科學的本質。然而學生在科學知識、科學事業兩分量表的改變，皆達顯著水準，但在科學方法分量表，未達顯著水準 (表 2)。

表 1：科學態度量表前、後測相依性 t 考驗

科學態度	前 測		後 測		T	P
	M	(SD)	M	(SD)		
總 分	144.11	(10.08)	147.61	(9.47)	2.20	0.034*

註：\* $P<0.05$

表 2：UNOS 量表前、後測相依性 t 考驗

科學本質	前 測		後 測		T	P
	M	(SD)	M	(SD)		
總 分	218.17	(13.37)	223.67	(12.62)	3.78	0.001**
科學方法	72.31	(4.81)	72.86	(4.38)	0.88	0.385
科學知識	72.31	(5.08)	75.53	(5.42)	4.47	0.001**
科學事業	73.56	(5.36)	75.28	(5.07)	2.26	0.030*

註：\* $P<0.05$ ，\*\* $P<0.01$

表 3：主修科學與非主修科學學生 UNOS 量表前、後測相依性 t 考驗

	前 測		後 測		T	P
	M	(SD)	M	(SD)		
主修科學學生						
總分	219.1	(13.954)	224.3	(12.22)	2.45	0.024*
科學方法	71.44	(1.05)	71.19	(0.83)	-0.33	0.7488
非主修科學學生						
總分	217.00	(12.94)	222.87	(13.47)	2.93	0.010*
科學方法	73.00	(1.17)	74.20	(1.06)	1.26	0.222

註：\* $P < 0.05$

此外，由表 3 之考驗結果，可知科學史取向的通識課程教學，對主修科學與非主修科學的學生其「了解科學本質」之影響，皆達顯著水準，顯示科學史取向的通識教育課程教學，對無論是主修科學或非主修科學的學生之科學本質的了解，皆有助益。然而由表四結果亦發現此二群學生在科學方法本質，皆沒有顯著的成長，究其因可能與長時期接受的舊科學史觀的科學方法之教育有關，亦即他們對科學方法有了「功能固著」的概念（洪振方，1996）。

## 2. 經由作業評量以探討學生對科學本質的了解

為了要強調：「科學理論在剛開始被提出時，是由科學家的靈感和想像力所創造出來的。」的科學本質觀點，因此，由前述教材設計例一部分授課後，分析學生在作業六之作答情形，結果在出席的同學中，有 10 位同學答「先構思理論，再找證據」才算是科學，26 位同學答「先有證據，再產生理論」與「先構思理論，再找證據」二者皆算是科學，而僅有一位同學答「先有證據，再產生理論」才算是科學，而純粹推理方式產生的理論，不能算是科學。由此可知，出席的同學中，有 97.2% 的同學對本主題所蘊含的科學本質有相當程度的了解。以下舉例說明之：

### (1) 合乎科學。因為達爾文根據它所觀察到南美陸地逐漸上升、海岸沈積

現象及高山上出現化石貝殼的現象，聯想應用於推行珊瑚生成理論。

(2) 凡事講求證據，是為了取信於他人，讓他人相信自己的理論，並且也確定理論的真實性。

(3) 由觀察自然現象而產生某種想法、問題，然後再找證據去證實自己的想法、解決問題是較恰當的。因為經由這樣的作法，利用人類的想像力，啟發創造力是有助於超越科學所涵蓋的範圍，如此，才能使自然界中尚無人知的重大定理、定律顯露出來。《編號 BP604》

由該生的作答可了解其科學本質觀為：科學探究活動是一種問題解決導向，始於問題經由想像而創造、產生，能最有效解決問題的理論則會脫穎而出；並強調科學理論的提出乃是始於科學家的靈感及想像力，故可發現該生的科學本質觀是傾向於後邏輯實證的。

科學是活的，不是死的，因此無論是「先有證據，再產生理論」或「先構思理論，再找證據」，只要能解決問題，都算是合乎科學。故達爾文的珊瑚生成理論雖然用純粹推理思考方式所產生，但卻也能解決他心中的困惑，故仍是合乎科學的。

「凡事講求證據」，這句話其實是

有待商榷的，以科學的眼光來說，要符合科學精神，許多事物的理論是應該要拿一番證據來 explain，但是目前許多科學上的論證都只是純構設，所以這是要看情況的。《編號 BP618》

由該生的作答，可發現其對科學探究活動的看法是傾向於科學探究活動是一種問題解決導向的，而且沒有固定不變的科學方法，僅於發現問題與解決問題之間，不斷的循環罷了。故可知該生的科學本質觀，亦是傾向於後邏輯實證的。

綜上論述，由學生在作業評量六中的作答顯示：科學史取向的通識教育課程教學，應能影響學生對科學本質的了解，而使其科學本質觀更傾向於後邏輯實證。

### 3. 由學生期末的「學習感受問卷」以探討學生對科學本質的了解

在學期末學生所填寫的「學習感受問卷」中，有一開放式問題，題目是：您覺得像這種「科學史取向」的生命科學通識教育課程教學，有助於您瞭解科學究竟是什麼嗎？（如科學家採用什麼方法？科學的發展過程？科學與社會的互動、科學的論證過程、科學的特質等）？請詳述。結果在出席的 36 位學生中。有 32 位宣稱「科學史取向」的通識課程，能助其了解科學究竟是什麼，約佔 89%。歸納整理經由科學史取向的通識教育課程教學，使學生對科學本質了解到：

- (1)科學知識的進步是一種相互競爭理論之間的論證過程。
- (2)科學理論在初始被提出時，皆是由於科學家在自然環境所獲得的靈感及豐沛的想像力所創造出來的。
- (3)科學與社會息息相關。
- (4)科學知識是暫時性的。
- (5)質疑與問題是科學理論產生的起點。

(6)科學是主觀的，科學家不因社會的排擠或證據不足而放棄自己的研究。

由學生感受問卷的作答分析，可了解到本研究所設計的「科學史取向」的通識教育課程教學，在談論達爾文面對大自然，所獲得的靈感及豐沛的想像，以及演化論與創造論的論證過程及演化論在古生物學的發展過程，演化論的理論的公開與開展過程中與社會的互動關係等，對學生科學本質的了解確有相當的影響。

## 四、科學史取向的教學對學生在「科學的人文關懷及人文的科學素養」之思辨及價值反思的成長發展的影響

此部分由(1)小組對話式合作學習前後學生作業評量的結果分析比較(2)期中及期末的感受問卷，來探討學生在「科學的人文關懷及人文的科學素養」之思辨及價值反思的改變情形。

### 1. 學生在小組對話討論前、後的作業評量之比較

茲將學生小組討論前後作業評量之得分，以 SAS 統計軟體進行相依性 t 考驗，其結果如表 4 所示。結果顯示，經由本研究所設計的課程、小組對話式的合作學習之科學史取向的通識教育課程教學，確能促使學生在「科學的人文關懷及人文的科學素養」思辨及價值反思達顯著成長。

### 2. 由學期中及期末學生的「學習感受問卷」探討學生在「科學的人文關懷及人文的科學素養」之思辨及價值反思的成長

在學期中及學期末，研究者各進行一份「學習感受問卷」的調查，其中有一開放式問題：您覺得像這種「科學史取向」的生命科學通識教育課程教學，能提昇您對「科學的人文關懷及人文的科學素養」的思考和辨別的能力嗎？請詳述。

表 4：小組討論前、後作業評量得分之相依性 t 考驗

作業別	人數	差異平均	標準誤	T	P
作業四	41	0.9024	0.2655	3.3989	0.0015*
作業五	41	1.0000	0.2066	4.8403	0.0001**
作業七	41	1.1707	0.1844	6.3466	0.0001**
作業八	41	1.2927	0.1755	7.3675	0.0001**
作業九	41	1.4146	0.1944	7.2785	0.0001**
總計	41	5.7804	0.5103	11.3282	0.0001**

註：1.\*表 $P < 0.05$ ，\*\*表 $P < 0.001$

受測學生宣稱能提昇其對「科學的人文關懷及人文的科學素養」的思考和辨別能力者在學期中佔 75%，學期末則增加至 92%，而自認不能促進者，在學期中佔 17.5%，學期末則降至 8.0%，其餘學生為不知道。

針對期末感受問卷中，宣稱科學史取向的通識教育課程教學能促其對「科學的人文關懷及人文的科學素養」的思考和辨別的能力者，其原因經分析歸納整理如下：

(1)因老師的教學及小組的討論。

能，在課堂中，經由老師的講解及小組的討論、切磋、交流，無形中提升了思考和辨別的能力，藉由別人的想法、刺激，觀念越清晰，也了解更多。《編號 D408》

(2)因作業所提供的問題刺激思考。

應該會。例如：火地島人接受文明洗禮後對當地土著帶來的震撼、影響及其省思，又如：動物的偽裝術在人類社會是否適用？複製人的技術對人類社會將會帶來哪些問題？哪些影響？等等，由作業的問題，引領著我們深入的去思考辨別。《編號 D410》

(3)經由影片中的特殊情境引發

可以。由影片中看到矛盾對立產生時，往往會更進一步的想著：「如果真是這樣，該如何解決？」「在

日常生活中有沒有和它類似的例子或情境呢？」無形中會促使自己對生活中所遭遇的一切多加思考、辨別。《編號 C223》

(4)經由更深入的了解、更豐富的知識及足夠的理論基礎

能。由於我不是很深入的了解生命科學，故常對於思考某一問題，一直往死胡同裡鑽，我想那是因為我對生命科學尚未了解，沒有足夠的理論基礎提供我去思考、辨別。經由這樣的通識課程，為我提供一些穩固基礎，不至於鑽牛角尖，找不出關鍵點究竟在哪裡？雖然時間少，未能通盤了解，起碼有了些許概念，供我去思考、辨別生命的奧秘。《編號 C218》

(5)從理論的推展及其與社會互動的歷程增進思辨能力

是，從達爾文推展他的理論之方式，他與社會的互動，都可助我提昇「科學的人文關懷及人文的科學素養」的思考和辨別的能力，科學常常要藉重人文社會之力量，當然如單單只有人文思想而無科學素養，如何能使人類過著更進步且舒適的生活？《編號 D415》

(6)因人文與科學的結合

有吧！因為能綜合科學與人文的觀點，比較客觀，而不是一味的偏頗某方，而造成思辨能力上的不健全性。從達爾文的生平及其思想，可看出其科學概念，是在符合人類生存基礎上推展的，並不因此而否定人文，是科學與人文的結合體，能給我許多的省思。《編號 D426》

由小組討論前、後學生在作業上作答的改變，及學生在學期中、學期末的學習感受問卷，顯見科學史取向的通識教育課程，確能提昇學生在「科學的人文關懷及人文的科學素養」的思辨及價值反思的能力。

## 教學反思

1. 歷經一整個學期的觀察研究，研究者發現大部分的選修生命科學通識教育課程的學生，皆喜愛科學史取向的教學，尤其配合著主題所提供的多媒體教學，更讓學生有身歷其境之感，儼然自己就是影片中的科學家，跟著達爾文航海，經歷了各種自然界的洗禮，讚嘆自然界的神奇，思考自然界的奧秘；同時發現學生也能更主動、更積極的學習，部分學生，更能對自己的專業課程，產生學習遷移。在融洽的氣氛中，不但教師教得盡興，學生也學得愉快。因此可知只要花些心思，收集科學史料，配合學生的先備知識，有計劃的呈現於課程中，就可讓通識教育課程變得生動有趣。由本研究結果發現以個人傳記及學說在其社會文化脈絡中發展的科學史作為討論的教材，配合多媒體呈現真實的歷史情境，可以培養的學生科學態度，對科學本質有適切的認識，並能促進學生思辨

及價值反思的成長。但是欲將科學家的個人傳記較深入的介紹，往往需要許多時間，且易流於冗長之嫌，學生較易感厭煩，如果能將科學家的個人傳記改為多位科學家簡短的學說發展個案史，並配合著相關的多媒體教學，相信更能提供更新鮮、有趣的教材，而使教學活動更豐富、更生動，而學生更會樂於選修通識教育課程。

2. 本研究的教學設計，為了要提供學生認知發展上的最適發展區、認知學徒制上的鷹架教學、情境學習的邊際參與機會，並改變過去單向接受知識的學習習慣，採取對話教學及小組對話式合作學習，但因時間的限制，必須捨棄部分知識的詳盡解說。然而因課程本身已能引起學生的學習動機，故可由課後閱讀資料予以補強。同時學生經由合作學習，其思辨能力有所增進，並且也能主動的學習，故亦可經由其主動的收集資料和閱讀，以增進其相關的知識。因此這樣的教學設計，仍然值得推廣。由於本研究的教學活動包含多樣程序，且多數學生下一節尚其他的課，如未能準時下課，不但影響到其他的課程，且學生的學習情緒也大受影響，因此，教師在活動的進行中，對時間的控制、支配、調整，尤其重要。許多學生建議若能將課程時間延長為三節課，則教學活動能更從容，學生的學習會更盡興，而成效也應會更顯著。
3. 生命科學涵蓋的領域相當廣，諸如細胞學、微生物學、遺傳學、演化生物學等等。本研究之教學由於是國內大專院校中初次作此研究者，因無前人之研究經驗可供參考，故在教材單元



長短的拿捏、配合教材主題之錄影帶的選擇、剪輯及教學方法設計等方面，頗費周章，故只作演化生物學方面之研究，然而畢竟這種嘗試是一個開始，且由研究的成果看來，確能引起學生對通識課程的學習動機及興趣，這樣的課程設計及經驗，應能再推廣於其他領域的生命科學課程。

4. 劉廣定（1997）說明「當前推動科學史於科學教學，除須另編教材外，最大的問題是甚多年輕一代的教師本身即缺乏科學史的背景知識。十年來多數大學生在學時沒學過正確的科學史，也少從科學史教材中得到相關的啟發。因此，一旦成為中學或大學教師後，就很少願意用科學史來教學，或很少知道如何正確地講授科學史有關的教材。」然而，經由本研究科學史取向的通識教育課程教學，研究者於晤談中，及學生的學習感受問卷中發現：大部分的學生認為科學史能引發其學習興趣、能助其了解科學、更能幫助其理解科學方法的最佳素材，換句話說，他們能了解科學史對科學教育的好處，了解科學史對科學發展的重要性，因此，這些學生在其往後的教學生涯中，應會適度的使用科學史教材，對其未來的學生，在科學本質、科學態度、思辨能力的培養、學習興趣的提昇、甚至其他有關科學教育方面，皆能有所幫助。有許多研究（Lederman, 1992；Palmquist and Finley, 1997）指出要改善學生對科學本質了解不足的狀況，須同時從教師及課程著手，他們認為教師的認知會影響其課程的設計、教材的選擇、科學史教授的比例、課室教學傳達科學本質的

信念等，換句話說教師的信念，會影響學生科學的學習。因此，這種科學史取向的通識教育課程教學，在師範院校應值得推廣，使未來的教師，皆能具備有一定程度的科學史知識，了解科學史對科學進展的重要性，並認同科學史對科學教學的優點，以培育具有科學素養的下一代。

## 致 謝

本研究承蒙行政院國家科學委員會補助經費（計畫編號：NSC87-2511-S-017-015），謹此敬致謝忱。

## 參考文獻

1. 朱建民（1994）：科學哲學課程在通識教育中的地位。通識教育季刊，1(3)，75-80。
2. 李 瑛（1995）：成人批判思考發展之探討。台灣教育，第535期，頁36~40。
3. 吳大猷（1986）：吳大猷文選 2 - 人文、社會、科技。台北市：遠流出版社。
4. 吳大猷（1986）：吳大猷文選 3 - 教育問題。台北市：遠流出版社。
5. 林陳涌（1996）：「了解科學本質量表」之發展與效化。科學教育月刊，4(1)，31-58。
6. 吳瑞媛（1995）：「當代文明」在哥大：一個「價值反思」的典型。通識教育季刊，2(2)，51-71。
7. 邱美虹（1994）：科學課程革新－評介 2061，SS&C 和 STS 理念。科學教育月刊，174 期，頁 2-15。
8. 洪振方（1996）：科學知識重建的認知取向分析。高雄師大學報，第 7 期，頁 293-328。
9. 宣大衛（1996）：我國大學通識教育整體架構之策略規劃。通識教育季刊，3(3)，137-

- 149。
10. 高熏芳 (1996)：情境學習中教師角色之探討：共同調節師生關係模式之應用。教學科技與媒體，第29期，頁32-40。
11. 徐光台 (1995)：從科學史的觀點來看通識教育中科學教育與人文教育的會通問題。通識教育季刊，2(2)，1-21。
12. 唐君毅 (1988)：中國人文精神之發展。台北市：學生書局。
13. 黃坤錦譯評 (1994)：羅索斯基論通識教育與核心課程 (上)。通識教育季刊，1(1)，53-64。
14. 張玉成 (1993)：思考技巧與教學。台北市：心理出版社。
15. 陳美玉 (1997)：理性溝通的教育與社會民主化。通識教育季刊，4(1)，51-64。
16. 陳美玉 (1997)：邁向開放的社會，對話教學法的實踐。通識教育季刊，4(1)，115-130。
17. 許良榮和李田英 (1995)：科學史在科學教學的角色與功能。科學教育月刊，第179期，頁15-27。
18. 趙金祁 (1993a)：人文與科技平衡中科學教育扮演的角色。科學教育月刊，第156期，頁5-11。
19. 趙金祁 (1993b)：科學理念衝擊下科學教育再出發芻議。科學教育月刊，第158期，頁2-16。
20. 趙金祁 (1994)：科學與人文平衡研究規劃協調計畫。國科會專題研究，NSC83-0111-S-003-017。
21. 廖麗貞和洪振方 (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，第11期，頁241-265。
22. 劉君燦 (1997)：通識教育應納入科學史課程。科學月刊，28(7)，562-563。
23. 劉廣定 (1997)：科學史與科學教學。科學教育月刊，第203期，頁16-20。
24. 鄭湧涇 (1994)：職前與在職生物教師科學態度之研究。師大學報，第39期，頁381-407。
25. American Association for the Advancement of Science (1989). Science for all Americans. Washington, D.C: AAAS Publications.
26. American Association for the Advancement of Science (1993). Benchmark for scientific literacy. New York: Oxford University Press.
27. Berk, L. E. & Winsler, A. (1995). Scaffolding children's learning: Vygotsky and early childhood education. Washington, D. C. : National Association for the Education of Young Children.
28. Bishop, B. & Anderson, C. W. (1990). Student conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 415-427.
29. Brown, A. (1998). Motivation to learn and understand: On taking change of one own learning. *Cognition and Instruction*: 5, 311-321.
30. Brumby, M. N. (1984). Misconceptions about the concept of natural selection by medical biology students. *Science Education*, 68, 493-503.
31. Brush, S. (1989). History of science and science education. *Teaching the history of science*, 54-66.
32. Clough, E. E., & Wood-Robinson, C. (1985). How secondary students interpret instances of biological adaptation. *Journal of Biological Education*, 19, 125-130.
33. Conant, J. B. & Nash, L. K. (1957). Harvard case studies in experimental science. Cambridge, MA: Harvard University press.
34. Ennis, R. H. (1987). A taxonomy of critical thinking disposition and abilities. In J. Baron & R. Sternberg (Eds), *Teaching Thinking Skill*:

- Theory and Practice, New York: Freeman.
35. Gallagher, J. J. (1991). Prospective and practicing secondary school science teachers' knowledge and beliefs and the philosophy of science. *Science Education*, 75(1), 121-133.
36. Garrison, J.W., Lawwill, R. S. (1993). Democratic science teaching : A role for the history of science. *Intergance*, 24(1&2), 23-39.
37. Gauld, C. (1992). Wilberforce, Huxley and the use of history in teaching about evolution. *The American Biology Teacher*, 54(7), 406-410.
38. Hallden, O. (1988). The evolution of the species: Pupil perspectives and school perspectives. *International Journal of Science Education*, 10, 541-552.
39. Hendrick, R. M. (1992). The role of history in teaching science-A case study. *Science & Education*, 1, 45-162.
40. Jensen M. S., Finley F. N. (1995). Teaching Evolution Using Historical arguments in a Conceptual Change Strategy. *Science Education*, 79(2), 147-166.
41. Jensen M. S., Finley F. N. (1996). Changes in students' understanding of evolution resulting from different curricular and instructional strategies. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(8), 879-900.
42. Kuhn, T. S. (1970). The structure of scientific revolutions. Second Edition, The University of Chicago Press. (程樹德、傅大為、王道環、錢永祥譯(民83):科學革命的結構,台北:遠流出版社)。
43. Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conception of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.
44. Matthews, M. R. (1997). Science Teaching : The Role of History and Philosophy of Science. 通識教育季刊, 4(1), 121-145.
45. Miller, J. D. (1982). Scientific literacy: A conceptual and empirical review. *Daedlus* 112(20), 29-48.
46. Moore, R. W.& Hill Foy R. L. (1997). The Scientific Attitude Inventory: Arevision (SAI II). *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), 327-336.
47. Norman, O. (1998) Marginalized discourses and scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 365-374.
48. Oldroyd, D. R., (1977). Teaching the History of Chemistry in New South Wales Secondary Schools. *The Australia Science Teaching Journal* 23(2), 9-22.
49. Palmquist B. C., Finely F. N. (1997). Preservice teachers' view of the nature of science during a postbaccalaureate science teaching problem. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(6), 595-615.
50. Smith, R. A., Murphy, S. K. (1998). Using case studied to increase learning & interest in biology. *The American Biology Teacher*, 64(4), 265-267.
51. Welch, W. W. (1985). Research in science education: Review and recommendations. *Science Education*, 69(3), 421-448.

## **A Study of the Integration of College Level Life Science General with the History of Darwinian Evolution**

**Li-Jen Liao<sup>1</sup> Bao-Ying Lin<sup>2</sup> Jeng-Fung Hung<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Graduate Institute of Life Science, National Kaohsiung Normal University

<sup>2</sup>Graduate Institute of Science Education, National Kaohsiung Normal University

### **Abstract**

This study followed a design of collaborative action research. A set of teaching materials, workbook assessment, and related videotapes were edited for use with students in their General Education life science class. The instructional approach utilized dialogues and small cooperative groups to investigate the change of students' interest in general education, scientific attitude, understanding of the nature of science, growth of critical thinking, and general attitudes toward humanity and society. The results indicated that after learning with History of Science approach, (1) students' attitude toward learning changed from indifference to enthusiasm. Moreover, on the final open-ended questions related to perceptions of learning, 94.4% of the students expressed the view that the instructional approach enhanced their motivation and interests, (2) There was a significant difference ( $P=.034^*$ ) between the pre-and post-SAI II. The final open-ended related to perceptions of learning indicated that 89% of the students reported a positive influence in their scientific attitude. (3) There was a significant effect ( $P=.001^{**}$ ) on students' understanding of the nature of science. The analysis of interview transcriptions showed that students' understanding of the nature of science became more post-positivist during instruction. In addition, the final open-ended questions on perceptions of learning indicated that 89% of the students claimed the History of Science Approach improved their understandings of the nature of science, (4) There was a significant difference the pre-and post-workbook-assessments of cooperative learning groups, there ( $P=.0001^{***}$ ). The questions related to learning perceptions indicated that 91.7% of the students felt that their critical thinking and value reflection improved.

**Key word:** history and philosophy of science, general education, Darwin, action inquiry.