

通識素養的培育與爭議性科技議題的教學

林樹聲*

國立嘉義大學科學教育所助理教授

摘要

對個人而言，「通識」和「專業」並非對立的兩面，二者的存在是一種互補的關係，各有其教育和生活上的意義，也各有其發揮的一面。然而，當今的通識教育一方面必須對抗來自專業的壓縮，又必須堅持教育信念上的理想性，確實有它必須面對的困境。本文試圖從「智識和能力」的培育，論述通識教育之於個人生活的重要，並倡導在科學類通識課程中談論「爭議性科技議題」，作為達成「培育學生具備通識的智識和能力」之具體、可行的途徑。此外，本文也針對爭議性科技議題的教學提出內容、教法、評量等方面的建議。

關鍵字：爭議性科技議題、科學教學、通識教育、高等教育

*聯絡方式：lin-s-s@mail.ncyu.edu.tw

一、前言

一個通識者的成熟，事實上，最後也不是因為他擁有多少知識、多少種知識、到什麼程度，也不是因為他擁有多少個觀念，而是在通識學習中他造就自己，擁有一個能夠思想的大腦；他或許擁有一千個以上的觀念去從事一流的思想、教職或文化工作，數百個觀念成為很出色的科學家、發明家、工程師、企業家、政治家或民意代表，或者僅擁有真、善、美三個大觀念(觀念群)也能使日常生活和職涯免於貧乏和困窘(東年，2003)。

這段文字的主旨點出了通識學習對個人思想上的啟發和拓展的重要，這種啟發和拓展絕對不同於職業和工作導向的專業養成，相對地，它是一種能協助自己悠遊於生活之中，並自由地穿梭在工作與非工作世界之間的「智識」。黃崑巖(2003)就指出「智識」並不同於「知識」，前者較後者更為廣博，是一種能運用知識和思考能力的智慧，非單指一個人擁有知識的多寡而已，所以「智識份子」要有足夠的知識提供自己做思考、做判斷，而且也要有自己的主見和立場，能不斷地充實自我。簡言之，培育「智慧和知識」兼備的「智識養成」，即是通識教育追求的重要目標。

如眾所皆知的，一個擁有專業能力的人，其工作表現往往較缺乏專業的人更為出色。但現實生活中，工作並不代表生活的全部，生活也並非只牽涉專業的層面。若生活只有工作或只侷限在專業，那麼生活必然無趣味，也失去了體驗人生多重的面向。而通識教育的理念之一即是試圖帶領學生走出生活中的貧乏與困窘，走出智識上的無知與侷限，讓生活多一些有別於工作與專業層面上的思考，甚至將這種思考的收穫回饋至專業，讓專業更靈活、更有彈性。

換句話說，通識和專業之於一個人而言，各有其生活上的功能，二者並非對立的兩面，甚至是一種互補的關係，各有其發揮和影響的一面。然而，在功利主義較過去更為盛行的今天，一方面必須面對「社會職場強調專業凌駕通識、學生對通識課程漠視」的事實；另一方面又必須顧及教育「形塑個人人文涵養、理學知能」的理想和責任，所以要在今日高等教育的環境中堅持通識教育的理念、落實通識學習的精神，確實是一項逆勢操作、至為艱鉅的任務。

因此，我們該如何重新思索通識教育的重要性？又該期待通識教育培育學生什麼樣的通識素養？而通識素養又該如何藉由通識教育中「科學課程」的學習來加強？面對這些問題，本文試圖從「智識和能力」的培育做闡述，並以科學類通識課程中「爭議性科技議題」的教學為例，具體說明可落實的內容和途徑，以作為當今通識教育科學課程的參考。

二、通識素養的意涵

要理解「通識素養」一詞的整體意義之前，我們必須先了解「通識」和「素養」的涵意。

就「通識」而言，它代表著一個人對事理能夠「通達、貫通、融會於一爐」（郭為藩，1988），並且「有見識、有遠識」地審查事物的前因後果，依其所受的教育價值做出是非真假的判斷（馬肇選，1999）。換句話說，「通識」一詞不僅強調個人對事物的理解，而且也強調個人必須表現出主體意識，對事物做出洞識和區辨。而此一想法，正好呼應 Munby（1984）認為一個人若能根據證據或論証的強弱去評估知識主張的真實程度，即展現了所謂的「智識獨立」（Intellectual Independence）的想法。

另一方面，單就「素養」來說，狹義的定義說明著個體能夠「讀、寫、算」，廣義的定義則認為一個人具備與外界互動時，運用語言、溝通、待人接物等社會能力（Bloome, 1989），所以「素養」可以說是一組讓認知主體適應社會生活的能力的組合。也就是說，素養必須放置在生活脈絡裡來談，是個體與外界互動的重要依據。

所以綜合來說，「通識素養」代表著「一個人具備能對自己、對他人、對外界事物展現出融會貫通的一面，並且能善加運用自己已知的部分與外界做溝通、對外界做出是非判斷的智識和能力」。既有知類通達的意涵，也突顯了個人作為自由意識的主體所展現的自主能力（林樹聲，2000）。而「智識」和「能力」導向的「通識素養」的培育，絕非只是協助個體認識各領域的「知識」，也不是帶領學生朝向「上知天文、下知地理」的不切實際的目標。相反地，它試圖促進學生體會通識學習的成果不僅有利於自己日常的生活，也可以延伸至專業領域。如此一來，相信學生將更樂於選修各種不同的通識課程，也會了解通識學習的重要性絕不亞於專業能力的培育。

而面對知識爆炸的時代，上述「展現融會貫通，並運用自己已知的部分與外界做溝通、做判斷」的智識和能力，相對上就更加地重要。尤其是每個人每天都必須接觸不同的訊息，如何「掌握訊息、解讀所選擇的訊息，並做出合理的懷疑和批判，進而運用訊息做決定和解決問題」的過程，都需要具備適當的智識和能力，才足以應付。Patronis, Potari, & Spiliotopoulou (1999) 就認為一個人若具有對訊息所涉及的事實、概念和相關知識有初步認知的能力，將有利於他掌握訊息中的內涵，並做出判斷或決定。所以，讓學生具備「了解訊息、批判訊息、應用訊息」的智識和能力，即是通識教育中可以著重的焦點。而這樣的焦點，不僅能夠延續和銜接初等和中等教育裡強調培育學生「獨立思考、問題解決、表達和溝通」等能力（教育部，2001），陳義不致於過高外，同時也能夠幫助學生打下學習各個領域的基礎，展現出「能將所吸收的各種知識和技能融會貫通，並學習應用所學至生活的周遭去解讀訊息和解決問題，即使面對陌生的領域，也能善用自己的智識與外界溝通和互動，同時也能運用各種方法

充實自我」的現代「通識觀」（林樹聲，2001）。

只是面對「通識課程往往只佔大學畢業學分中的少數，是否能發揮上述這樣的功用的問題，勢必也令人疑慮。不可否認的，課程目標是否能夠達成，確實考驗著教學的成效，但這也必須透過實踐後，再藉助評量或評鑑系統才能知曉。所以，善用課程目標引導教師做課程的規劃和設計，提供有品質、有意義、有思考深度的課程內容給予學生學習，發揮教育潛移默化的力量，才符合通識化課程設計的真正用意，也是當前通識教育中各種課程所能預期且盡力做到的一面（林樹聲，1999）。

因此，通識課程之於個人智識和能力方面的啟發和拓展，基本上可以反映在兩個層次上：之一，對某個領域或某個主題，由全然的無知走向知道，甚至通曉，並對相關的事物有所覺知，相當於達成了解訊息的層次；之二，能運用自己已有的智識對新訊息做判斷、決定或解決問題，這樣的外顯行為則相當於達到了批判訊息、應用訊息的層次。

不管是哪一個層次上的啟發和拓展，反映的事實就是認知主體之通識素養的增長和提升。如此一來，學習者不但能藉由通識課程的學習活化自己的所學，開拓自己的視野，而且對於許多陌生的事物與議題，也能發揮通則化的應用，展現舉一反三的學習遷移的能力。

三、從爭議性科技議題中培育「了解、批判和應用訊息」的通識素養

無疑地，在日常生活中，能了解事實、評估與判斷訊息之正確與否，並講求證據的論證和推理是重要的，如此才不致於生活在盲目中，處處受制於來自他人的主張，甚至不加考慮地就接受了權威的說法，因而失去了主體意識和權利。這些與智識和能力有關的表現是必須經過學習的，沒有人與生俱來就會。而爭議性科技議題（socio-scientific controversies）的討論過程中，往往會涉及到許多層面的認知，一些證據的評估，以及各種主張和價值的判斷與論證等歷程（Sadler, 2004）。因此，藉由爭議性科技議題的教學，培育學生具備上述通識所需的智識和能力，有其正面的意義。尤其是爭議性科技議題具有「促進學生了解科技爭議的社會本質、幫助未來公民展現民主素養與社會責任、提升學生表達、傾聽和批判思考的能力」等教育功能（林樹聲，2004），更增加了引領學生討論這些爭議的價值。

除此之外，將爭議性科技議題放置在高等教育的通識教育中談論，還具備下列兩點重要的意義：

（一）創造不同主修背景的學生之間有對話和交流的機會，並加深個人思考問題的層面

一個議題之所以具有社會爭議的性質，簡單地說就是科技應用於社會中的

結果，挑戰了社會規範目前所能接受的範圍，或是人們必須承擔不確定的衝擊背後可能出現的風險（Kolsto, 2001）。例如「複製人類」引發的宗教、倫理、道德、法律等方面的爭議；「基因改造食品」則造成健康上或生態上的隱憂等。而對於這些爭議的解決方法，往往也會因為各個團體所持的立場和價值的不同而不同，當這些方法彼此之間無法達成共識時，就常引起社會爭議。雖然如此，但爭議性議題所具備的不確定、複雜和多元的特性，反而創造了教學中的討論空間，讓師生或學生之間有機會針對議題的內容做出對話和交流。

此外，也由於科技引起的社會爭議之背後涉及相當廣泛的層面，大凡宗教、倫理、道德、生態、環境、社會、法律、政治、經濟等皆可能涵蓋，所以爭議性議題就具有「打破學科界線、跨領域、統整各類知識」的內涵。此一特徵正有利於不同主修背景的學生運用自己的專業知識去解讀其中的訊息，並做不同意見的表達和討論。

而在對話的過程中，學生不僅建構相關於議題的知識，且能了解科技爭議之範圍往往超過科技本身的問題，所以傾聽來自不同主修背景的學生的看法，有助於了解彼此的立場、擴展視野，並彌補自己思考上的不足。換句話說，科技爭議的討論能整合來自人文、社會、自然等各領域的知識和立場，所以能幫助學生了解科學、技學與其他領域的關連，同時洞察科技之於社會實際互動的情況（Leamson, 1996）。

事實上，知識的分割是因為學科研究、專業發展，以及承傳便利等因素所造成的結果。然而生活中所遇到的問題卻非如此，它不像教室中運用單一學科的知識就能解決的計算問題一樣，也非線性、簡單的推理思考就能迎刃而解。因此，一個人若能以跨學科的角度來看待這些爭議性議題，那麼當他具備的智識越豐富，他就更能掌握事情的整體性，從而以較周延和深入的思考面向去探究問題。所以，訓練學生運用多元的智識去思考問題，絕對是生活中必需且必要的能力（Brandy & Kumar, 2000）。

而值得思考的是，雖然這樣的議題以科技為出發，開課時可能融入於任一科學類通識課程當中討論，但由於涵蓋的層面跨越不同的領域，所以更應該開放各個主修背景的學生來選修，不該將主修理工背景的學生摒除在外，而讓其失去與其他主修背景的學生對話和討論的機會。畢竟對大部分理工背景的學生來說，其修習的科學科目之內容鮮少涉及科學以外的其他面向。所以藉著這樣的安排，才能幫助所有學生跨越 Snow（1959）在高等教育中察覺的「兩種文化」對立的局面。

(二)在情境中提升學生的學習興趣，並促使學生展現智識獨立的行為

除了藉由科技爭議形成教室中的對話外，由於爭議性議題屬於「科學、技學、社會」（Science/Technology/Society；簡稱「STS」）教育理念中的一環，該理念就倡導從學生生活中的社會議題取材，進行教學和活動的設計，所以可以拉近學生與科學的距離，對引起學生的學習動機和興趣有正面的助益（Yager,

1996)。也就是說，以科技爭議為主題的教學，其內容往往因為影響健康、減低生活環境品質等脛關學生自己權利的主題，所以容易吸引學生的注意，進而能摒除學生認為科學學習與生活無關，甚至以為科學學習只是不斷地解題，用以應付考試的刻板印象。尤其是一些研究已顯示，多數學生對於學習科學時，教師直接教導「概念、理論、公式」等去情境化的內容感到枯燥(Osborne, Driver, & Simon, 1998)；再加上一些學生在求學的過程中，對科學已存有排斥的心理，所以大學中的科學類通識課程，勢必就要捨棄或修正令學生感到無趣的內容，重新進行組織和安排，才能夠發揮其應有的作用。

因此，科技爭議為導向的課程內容一方面提供了爭議發生的因果脈絡，扣緊涉及議題的人、事、物所交織的社會情境，進行鋪陳、論證和討論，所以學生在其中不僅學習相關的事實、概念和知識，且能建構其對爭議焦點的理解，判斷立場的得失。如此的學習過程正符合情境認知中強調「學習者對知識意義的理解、詮釋和建構，往往源自於學習者與情境之間的互動」的理論基礎(Wilson & Myers, 2000)。

再者，科技爭議背後總是提供著不同團體之間，包括立場、證據和論述上表現對立與衝突的內容，因此在查閱資料、解讀資料的過程中，除了對議題有所了解外，也能經由討論去確認共識或爭議的部分、檢視各個立場的優、缺點，以及不同解決方案的影響，並思考證據的強弱、批判論證的邏輯合宜與否等(Millar, 1997)。而在這樣的過程中，學生不但能進一步了解不同的觀點如何看待同一件事，發展對爭議焦點之認知，同時也能學習根據證據或論證去評估和批判知識主張的真實程度，展現自己智識獨立的一面。

所以，利用科技爭議進行教學不但能讓學生關切生活周遭由科技引起的社會問題，且能促進學生經歷「獨立和批判思考、處理和解決問題，以及做決定」等探究的過程，進而提升這些能力，為肩負起未來主動參與科技爭議議題討論的社會責任做準備(Aikenhead, 1994)。

事實上，也唯有帶領學生思考這些爭議的影響，了解科技的限制，並藉由公開的討論釐清問題爭議的焦點，甚至主動做決策，抉擇要不要接受某些科技的發展，或是制訂相規法律去規範，如此才是更積極的作法，而這也是民主社會中的科學教育，培育學生面對這些問題所應具備的智識和能力(Levidow, 1997)。誠如 Cole 和 Merrill (1982) 指出的，若要大學生將來成為主動且關心科技引起的社會議題的決策者，大學中的通識教育勢必就要發揮力量，多多促進學生了解科技的本質和科技與社會之間的互動，而討論科技引起的社會爭議議題就可達成這樣的目標。

四、爭議性科技議題在科學類通識課程中的教學

那麼要如何實施爭議性科技議題的討論呢？不管是獨立開課，或是配合原

課程的主題融入合宜的科技爭議進行討論，皆是科學類通識課程可以發揮的地方。以下就分別針對爭議性科技議題的「選擇、教學、評量」做說明。

(一) 爭議性科技議題的選擇

發生在生活周遭的爭議性科技議題相當豐富，不但有全球性、世界性的議題，也有國家性、地區性的議題，前者如基因改造食品的安全性、全球暖化的減緩等；後者如各地變電廠的電磁波影響、垃圾處理方式的選擇等。不論是何種爭議，兼具討論全球性與地區性的議題將可促進學生知曉和關心爭議之於自己、家鄉、國家或全球的關係。

同時，有眾多且多元的科技議題可以選擇。例如「科技發展」對「環境與生態保育」的衝擊（例如生物多樣性的消失），或對「倫理和道德」的挑戰（優生保健與生命倫理），或對「人類健康」的影響（例如抗生素的濫用）、亦或是對「資源運用方式」的決定（例如各種能源的使用）等，教師可在考量「學生的背景、議題吸引學生的程度、教學目標、課程安排」等前提下，選擇適合的議題進行討論（林樹聲，2004）。

除了教師自己事先做規劃外，課堂中也可開放一些議題讓學生票選或由學生自己決定欲討論的主題。如此一方面符合 STS 理念中強調活動設計以學生為導向的原則（Aikenhead, 1992）；另一方面，讓學生有機會參與課程的安排，增加學生修課的向心力，並藉此提升學生對爭議了解的意願與探究的欲望。

(二) 爭議性科技議題的教學

至於教學方面，教材因合宜教法的採用而能活化內容與上課的氛圍；教法也會因為有意義內容的輔助，而更能發揮畫龍點睛、提點建構的成效。所以，教材和教法是必須相互搭配的，缺一不可。

就教材的組織而言，一些學者針對 STS 議題就提出了可供參考的原則。例如 Waks (1992) 就指出每個議題可由五個層面進行教學：(1) 自我了解 了解議題和學生之間的關係、學生對議題的發生和影響的感受等，此一階段的目的是發展學生對議題的覺知；(2) 研究和反思 針對議題中爭議的部分，展開資料的收集和查詢，了解各個立場的優、缺點和影響的層面，並試圖以倫理、道德等價值觀點，檢視各個立場；(3) 做決定 讓學生說明自己對議題採取的立場和決定，且必須提出理由和證據，而同儕之間可以相互質疑，展開論證和辯護的過程；(4) 採取負責任的行動 讓學生針對議題，以模擬的方式或實際的參與，展開相關的行動。例如召開社區會議，討論大家對爭議的共識；加入環保團體，展開聲援行動等；(5) 整合 (integration) 從討論的具體事例中擬出通則，應用至其他相關的爭議，說明其中的異同處、可能採取的行動或解決的方案等。

而 Ramsey (1993) 則以四個層次說明談論議題可達成的教學目標，一樣可以作為引導教師組織科技爭議之內容的參考。他指出的層次包括：(1) 基本層次 幫助學生建立對議題的基本概念和知識，並了解科學、技學和社會三者

的互動和影響；(2) 知覺層次 讓學生從科學、宗教、政治、經濟、道德和倫理等不同的面向了解議題，並對與議題有關的團體的立場，做深入的了解；(3) 調查和評估層次 對議題所涉及的立場、各個解決的方案，展開證據的調查和評估；(4) 公民責任的層次 讓學生提出理由和證據，討論和說明自己認為的解決方案，並模擬做決定或採取行動的策略。

綜合來說，不論是哪一種組織方式，討論一個爭議性科技議題的內容，基本上必須了解下列七個部分：「對爭議的問題界定」、「爭議發生的社會情境」、「爭議中包括的科學概念與知識」、「涉及爭議的各團體的立場」、「評估各個解決方案的證據或理由」、「對爭議欲採取的行動」，以及「對其他相關爭議的認知」等。也就是說，進行爭議性科技議題教學時，不但涵蓋「了解訊息、批判訊息和應用訊息」等通識的智識和能力的培育，且這整個過程既有認知的一面，也包括學生對爭議的態度發展和價值的形成（Trowbridge & Bybee, 1996）。如此一來，正突顯了科技爭議的討論豐富了既有的科學課程，並非只停留在對事實和概念等知識體系的理解和建構而已。

值得一提的是，對科技爭議進行討論的一個核心價值即是在於促使教學者和學習者雙方共同去思考，科技應用之於「人類自己、整體社會和整個自然生態與環境」的影響，同時回歸人的主體自覺去從「真、善、美」等層面反省人類行為的適切性。尤其是科技發展的終極目的是不能脫離人文關懷的面向，不只是思維人類本身而已，凡是與人類永續發展有關的事物都必須包括在內（林樹聲，2000）。也唯有從人文關懷的整體觀點去討論科技爭議所引發的問題，才能促使學生在未來採取合宜的行動，並做出有利的學習遷移。

至於教法的採用，由於爭議性科技議題的內容涵蓋不同的教學層次，每個層次有其不同的功能和目標，所以以學生為中心，彈性地採用不同的教學策略，將有助於學生對議題的學習。所以不論是辯論、角色扮演、小組討論、風險評估和分析、個案調查和研究 等，都可以根據教師的需要、學生上課當中的反應，做出適當的安排和調整。

此外，又由於科技爭議就發生在生活情境中，所以善用報章雜誌、電視和網路等媒體上的新聞訊息，將可引領學生建立對爭議背景的認知和情境的了解，並學習批判報導的公正與偏頗、可信的程度等，如此將更能引發學生的投入（Shibley, 2003）。

(三) 爭議性科技議題的學習評量

學習評量的方式相當多元，若針對學生在爭議性科技議題的學習過程裡「了解訊息、批判訊息、應用訊息」等智識和能力是否提升，除了採用紙筆測驗中開放性試題去評測學生對爭議的認知和做決定外，「書面或口頭報告、教師教室觀察、執行行動計畫或實地研究調查、建立學習歷程檔案」皆是較適宜的方式。其理由就在於爭議性科技議題的學習中，涉及到「資料的收集和解讀、證據的評估和推論、行動的採取和實踐」等工作任務的完成，而完成這些任務

的過程是許多智識和能力相互結合與表現的結果，且需要花費較多的時間，所以並不適合使用選擇或填充題式的紙筆測驗、或僅以單次的評量就能了解學生學習的成果。此外，若以評量人員來看，除了教師的評分外，學生的自評和同儕之間的互評，都可以列入考量。一方面增加學生的參與，另一方面讓學生之間也有相互觀摩、學習、仿倣的機會。

所以基於這樣的評量理念，教師除了課前說明評量方式與標準外，也必須注意給予學生較充裕的時間來完成。由於執行行動計畫、實地研究調查或製作學習歷程檔案並非學生熟悉的方式，所以適時地給予指導和鼓勵也不能忽略。而必須注意的是，固然成果很重要，但學習過程中的努力、用心的程度，及克服困難去解決問題的態度，也必須是評量的重點。而這樣的過程正是高等教育中通識學習欲帶給學生的經驗，也是學生可以應用至其他領域和學科的學習成效。

至於其他在教導科技爭議議題時必須注意的是，教師在教學中必須摒棄個人對理論或對政黨的偏好與厭惡等意識型態，忠實且中立地引導學生去討論各個團體對爭議的立場（Clarke, 2000）。Gaff（1991）就指出：「教育的過程既不能灌輸，也不能要求學生固守任何的信念。學校能做的就是藉由負載價值的各類爭議，去發展和加強學生的思考、讓學生運用智慧去討論，進而能在各種選擇中發展出理性判斷的能力。（p.55）」換句話說，教師至多提醒學生注意未討論到的觀點或未注意到的證據，促進其思考可能的影響、願不願承受某種決定後的結果等，不應該以其身為「老師」身份的「權威」，來引導學生認同教師自身支持的觀點，也不能強加自己的想法在學生身上。同時，對於學生的發言不給予任何的批評，這樣才能營造一個無威脅的上課環境，讓學生願意發言，主動表達自己的想法。誠如 Munby 和 Roberts（1998）所指出的，藉由議題教學的互動幫助學生澄清對爭議的疑問，讓學生有機會判斷知識的主張，及其相關訊息與證據的合理性，並能充分說明自己的選擇和支持的理由，如此才得以訓練學生展現其批判與論證等智識獨立的一面，達成爭議性科技議題教學所要培育學生的能力。而學生的通識素養也將在這樣的過程中，潛移默化地跟著提升。

五、結語

相對於高等教育中的專業教育，通識教育有其存在的意義和價值。要培育學生成為兼具「知識、智慧和能力」的「智識份子」，通識教育的力量不容忽視。而應用爭議性科技議題的教學來訓練學生學習「做思考、做判斷」正是一可行的途徑。尤其在台灣的社會裡，既存在著獨特於台灣情境下的科技爭議，也有與世界各國相關連的爭議性科技議題，所以在科學類通識課程中納入這樣跨領域的議題討論，將有助於學生以自己的專業背景為基礎，建構其對議題中涉及的概念、知識、爭議的焦點、各類團體主張的了解，並發展面對爭議所需

具備做決定、問題解決的智識和能力，同時更讓學生經歷參與、討論與取得共識等民主社會運作的重要過程，直、間接地促進學生關心身處情境下所發生的科技爭議的問題。如此一來，期許學生擁有「將所吸收的各種知識和技能融會貫通，並學習應用所學至生活的周遭去解讀訊息和解決問題，即使面對陌生的領域，也能善用自己的智識與外界溝通和互動，同時也能運用各種方法充實自我」的現代「通識觀」，就更具有教育上的實務意義和價值。

參考書籍和文獻

- 東年 (2003), 歷史開門, 《中國時報》, 8月4日, 人間副刊。
- 林樹聲 (1999), 大學教育中通識化科學課程的必要及實踐進向, 《通識教育季刊》, 第6卷, 第4期, 頁1-18。
- 林樹聲 (2000), 《大學通識教育中科學課程其科目內容之設計研究》, 國立台灣師範大學科學教育所博士論文 (未出版)。
- 林樹聲 (2001), 科學課程之設計與實施——以「現代科技爭議探討」課程為例, 《通識教育季刊》, 第8卷, 第2期, 頁109-134。
- 林樹聲 (2004), 重視自然與生活科技學習領域中科技爭議議題的融入與探討, 教育部主編, 《國民中小學九年一貫課程理論基礎(二)》, 頁453-465, 台北, 教育部。
- 馬肇選 (1999), 釐清四庫館臣的一則錯誤並對通識的二次涵義作一淺釋, 《通識教育年刊》, 第一期, 頁89-108。
- 教育部 (2001), 《國民中小學九年一貫課程暫行綱要》, 台北, 教育部。
- 郭為藩 (1988), 《人文主義的教育信念》, 台北, 五南。
- 黃崑巖 (2003), 智識份子與知識份子, 《中國時報》, 10月22日, 名家專論。
- Aikenhead, G. S. (1992), "The Integration of STS into Science Education", Theory into Practice, 31(1), 27-35.
- Aikenhead, G. S. (1994). "What Is STS Science Teaching", In Solomon, J. & Aikenhead, G. S. (Eds), STS Education: International Perspectives on Reform(pp.47-59). New York: Teachers College Press.
- Bloome, D. (1989). "Classroom and Literacy", Ablex Publishing Corporation. Norwood, New Jersey.
- Brandy, I. & Kumar, A. (2000). "Some Thoughts on Sharing Science", Science Education, 84(4), 507-523.
- Clarke, P. (2000). "Teaching Controversial Issues", Green Teacher, 62, 29-32.
- Cole, H. & Merrill, W. (1982). "Science, Technology, and General Education", The Journal of General Education, 34(3), 247-257.
- Gaff, J. G. (1991). New Life for College Curriculum. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Kolstø, S. D. (2001). "Scientific Literacy for Citizenship: Tools for Dealing with the Science Dimension of Controversial Socio-Scientific Issues", Science Education, 85(3), 291-310.
- Leamson, R. N. (1996). "Learning Science without Majoring in It", Journal of College Science Teaching, 25(5), 334-336.
- Levidow, L. (1997). "Democracy and Expertise: The Case of Biotechnology Education", In R Levinson and J. Thomas. (Eds), Science Today—Problem or

- Crisis?(pp.102-116). New York, Routledge.
- Millar, R. (1997). "Science Education for Democracy: What Can the School Curriculum Achieve? In R Levinson And J. Thomas", (Eds), Science Today—Problem or Crisis?(pp.87-101). New York, Routledge.
- Munby, H. (1984). "Analysing Teaching for Intellectual Independence. In H. Munby, G. Orpwood & T. Russell",(Eds). Seeing Curriculum in a New Light(pp.11-33). University Press of America, New York.
- Munby, H. & Roberts, D. A. (1998). "Intellectual Independence: A Potential Link between Science Teaching and Responsible Citizenship", In D. A. Roberts & L. Ostman (Eds.), Problems of Meaning in Science Curriculum(pp. 101-114). New York: Columbia University Teachers College Press.
- Osborne, J., Driver, R., & Simon, S. (1998). "Attitudes to Science: Issues And Concerns" , School Science Review, 79(288), 27-33.
- Patronis, T., Potari, D. & Spiliotopoulou, D. (1999). "Students' Argumentation In Decision-Making on a Socio-Scientific Issue: Implication for Teaching", International Journal of Science Education, 21(7), 745-754.
- Ramsey, J. (1993). "The Science Education Reform Movement: Implications for Social Responsibility" , Science Education, 77(2), 235-258.
- Sadler, T. D. (2004). "Informal Reasoning Regarding Socioscientific Issues: A Critical Review of Research", Journal of Research in Science Teaching, 41(5), 513-536.
- Shibley, Jr. ,I.(2003). "Using Newspapers to Examine the Nature of Science", Science and Education,12, 691-702.
- Snow, C. P. (1959). The Two Culture and the Scientific Revolution. New York: Cambridge University Press.
- Trowbridge ,L. W. & Bybee, R. W. (1996). Teaching Secondary School Science: Strategies for Developing Scientific Literacy. New Jersey, Englewood Cliffs.
- Waks, L. J. (1992). "The Responsibility Spiral: A Curriculum Framework for STS Education. " Theory into Practice, 31(1), 13-19.
- Wilson, B. G. & Myers, K. M. (2000). "Situated Cognition in Theoretical and Practical Context", In D. H. Jonassen & S. M. Land(Eds), Theoretical Foundations of Learning Environments(pp.57-88). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Yager, R. E. (1996). "Meaning of STS for Science Teachers", In R. E. Yager(Ed), Science/Technology/Society(pp.16-24). State University of New York Press.

The Instruction of Socio-scientific Controversies in General Education

Lin, Shu-Sheng

Assistant Professor

Graduate Institute of Science Education

National Chia-Yi University

Abstract

The Instruction of Socio-scientific Controversies in General Education
Socio-scientific controversies are to discuss social dilemmas with conceptual and technological links to science. We are constantly confronted with these controversial issues in the present, and will be, in the future. The purpose of this article is to argue that the incorporation of Socio-scientific controversies in science classroom will provide a richer context and contents for non-major science students to learn science in general education at the college level. It will enable the students to handle the controversial issues in science and technology with the skills of critical thinking, problem solving and decision making. Moreover, it will promote the development of a responsible citizenry. All of these are consistent with the goal of science curriculum in general education. Suggestions for the teaching materials, methods and assessment are provided in this article.

Keywords: Socio-scientific controversies, science instruction, general education, higher education