

自然與生活科技

教材教法

●楊思偉 總策劃 ●黃鴻博 主編



靳知勤 王盈丰 黃鴻博 吳穎沕
許良榮 游淑媚 林素華 陳麗文
合著

自然與生活科技教材教法

楊思偉 總策劃
黃鴻博 主編

靳知勤 王盈丰 黃鴻博
吳穎涸 許良榮 游淑媚
林素華 陳麗文 合著

五南圖書出版公司 印行

國家圖書館出版品預行編目資料

自然與生活科技教材教法／黃鴻博主編。 —
初版。 — 臺北市：五南，2011.02
面： 公分。--

ISBN 978-957-11-6204-1 (平裝)

1. 科學教育 2. 教材教學 3. 小學教學

523.36

99026993



110Z

自然與生活科技教材教法

主 編 — 黃鴻博(301.6)

作 者 — 靳知勤 王盈丰 黃鴻博 吳穎涵 許良榮
游淑媚 林素華 陳麗文

發行人 — 楊榮川

總編輯 — 龐君豪

主 編 — 陳念祖

責任編輯 — 黃淑真 李敏華

封面設計 — 童安安

出 版 者 — 五南圖書出版股份有限公司

地 址：106台北市大安區和平東路二段339號4樓

電 話：(02)2705-5066 傳 真：(02)2706-6100

網 址：<http://www.wunan.com.tw>

電子郵件：wunan@wunan.com.tw

劃撥帳號：01068953

戶 名：五南圖書出版股份有限公司

台中市駐區辦公室/台中市中區中山路6號

電 話：(04)2223-0891 傳 真：(04)2223-3549

高雄市駐區辦公室/高雄市新興區中山一路290號

電 話：(07)2358-702 傳 真：(07)2350-236

法律顧問 元貞聯合法律事務所 張澤平律師

出版日期 2011年2月初版一刷

定 價 新臺幣400元



國立臺中教育大學是臺灣的師資培育重鎮

臺中教育大學自 1899 年創校以來，一直培育著建設臺灣的菁英師資，在當前師資培育多元化的環境中，不僅穩定地培育師資亦積極地提升教師素質，這是一份對師資培育歷史的負責，亦是本校對臺灣教育發展的使命，承繼這份師資培育的光榮使命，臺中教育大學正積極發展為重點教育大學。

教育大學在高等教育的發展過程中有其獨特性，係因教育大學非僅教育學術的追求，更重視如何培育出優質教師，所以特重教學專業與地方教育輔導，如果僅做好教育研究工作，而沒有培育出優質教師的教育大學，就不是成功的師資培育機構。培育一位優質教師，需要普通課程、任教學科的專門課程、教育專業課程、實習課程等顯著課程，還需要培育師資所需的環境教育、相關制度所構成潛在課程。潛在課程在潛移默化的過程中，涵養一位優質教師的言行，做到韓愈所謂的「以一身立教，而為師於百千萬年間，其身亡而教存」的師表風範；此外普通課程協助培育通博涵養，專門課程建立施教課程之專業，教育專業課程則是孕育相關教育知能。

一位優質教師不僅要有教育專業，瞭解整體教育情境與學生需要，也要有任教科目的專門知能，對學生授業與解惑。不過任教學科的專門知能，不僅要有任教「學科的內容知識」，還要有「『教』學科內容的知能」，所以數學教師，不是只要有「數學」專門知識即可，還需要「教數學」的專門知識。因此，一位優質教師，要具有學科內容教學知識（pedagogical content knowledge, PCK），融合學科內容和教法的知

識，依據學生性向、能力與興趣，將學科內容知識（Content Knowledge, CK）傳授給學生。基此，本校自 97 年起依據中小學九年一貫課程學習領域之規劃，國語文教學、閩南語教學、英語教學、數學教學、社會教學、自然與生活科技教學、綜合活動學習、藝術與人文學習教學（分成美術與音樂兩組）、健康與體育教學等 10 個教學研究團隊，深入研討各學科之學科內容教學知識，而教育專業研究、幼稚教育專業研究、特殊教育專業研究等 3 個團隊則是積極研討國小師資、幼教師資與特教師資所需的專業知能。

本校各學習領域的教學研究團隊與教育專業知能研究團隊，針對國小師資培育所需的教材教法課程，進行一年的全盤性研討，將陸續出版英語教材教法、本土語文教材教法、數學教材教法、自然與生活科技教材教法、社會領域教材教法、健康與體育教材教法、綜合活動教材教法、音樂教材教法、視覺藝術教材教法、寫字教材教法、幼稚園教材教法、身心障礙教材教法、藝術概論、全球華語教材等，這是本校第一期的師資培育課程系列叢書，未來各研究小組將更加深入各學習領域之相關知能，提供師資培育教學所需，發揮本校對於師資培育之中堅穩力、典範傳承的光榮使命與特色。

楊思偉

國立臺中教育大學校長

主編序

在當今科技化社會中，科學素養已經成為每一個國民必備的基本能力，帶給學校教育很大的衝擊，當學校科學教育對象是所有學生（是實質而非口號）而不是如往昔僅關注少數未來科學菁英時，課程教材內容、教學方法及環境設施都需要作必要的調整。我國近年推動的國民教育九年一貫課程綱要，正反映此一變革趨勢，「自然科學」更改為「自然與生活科技學習領域」，這不僅是科目名稱的改變，更重要的是學習內涵也由以往專注於自然現象與原理的理解、科學方法與態度，擴充到涵蓋「科學與技術認知」、「過程技能」、「科學與技術本質」、「科學態度」、「科學應用」、「思考智能」、「科學與技術發展」、「設計與製作」等八項重要能力指標要項，教學與評量的方法也需有所更替。

本書之編寫內容除反映近年國內外科學教育研究豐碩成果與科教發展趨勢，並結合科學課程改革與教育環境特徵，針對國民小學階段之「自然與生活科技學習領域」之課程教材內容與教學方法作深入剖析，除基礎學理外，更注重教學實務探討與教學實施實例討論。

本書內容區分為15章，涵蓋四個部分：「科學素養與目標」（第1章）、科學「課程與教材」（第2、3章）、「教學與評量方法」（第4至13章）、「學習環境與資源」（14、15章），撰稿者皆為本校在科學教育與環境教育領域有專精研究的學者，根據其個人專長分工撰寫，內容新穎而深入，舉例具體而本土，適合作為修習本領域教材教法之師培生或對本領域教學與學習有興趣者之參考。

本書得以完成，實有賴於許多人的努力；撰稿者、審查試閱者還有在幕後提供行政支援與協助者，謹一併致謝。

黃鴻博

於臺中教育大學科學應用與推廣學系

目 錄

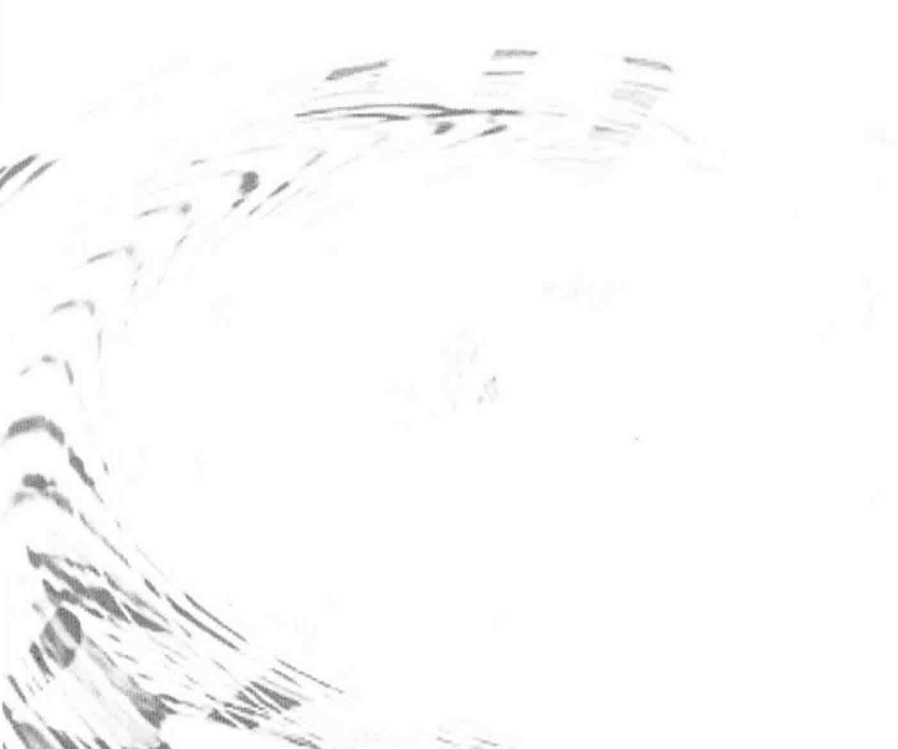
第 1 章 科學素養與科學教育的目標	靳知勤	1
第 2 章 國內外科學課程特色	王盈丰	19
第 3 章 我國科學課程之演進與內容	黃鴻博	31
第 4 章 科學學習心理學	王盈丰	45
第 5 章 建構主義	吳穎洵	57
第 6 章 探究式教學	許良榮	83
第 7 章 問題解決教學	吳穎洵	99
第 8 章 STS教育理念與課程教學	黃鴻博	115
第 9 章 科學論證	游淑媚	131

第 10 章	預測—觀察—解釋教學法 (POE)	許良榮	149
第 11 章	戶外教學	林素華	163
第 12 章	科學遊戲	許良榮	195
第 13 章	科學學習評量	靳知勤	211
第 14 章	科學教育環境之規劃與管理	陳麗文	243
第 15 章	科學教育相關教學資源簡介	吳穎洵	279

第 章

科學素養 與科學教育的目標

靳知勤



本章概觀

一、國民教育階段之科學教育目標

- 1.科學師資培育的目標，就是要培養出能夠了解國小學生學習特性，以及提升國小學生科學素養的教師。
- 2.我國目前的科學教育基本目標，期望能培養出學生在生活中具體應用之科學能力。

二、科學素養的內涵

- 1.介紹各家學者（AAAS、美國國家科學教育標準）對於科學素養的定義，以及科學素養的組成面向（文化性科學素養、功能性科學素養、真實性科學素養）。
- 2.簡介「國民中小學九年一貫課程」中「自然與生活科技」學習領域的目標與內涵。

三、如何提升國小學生的科學素養

- 1.在基本策略方面，分別從科學課程、科學教學與評量三方面來探討。
- 2.在資源與途徑方面，分別從四方面來探討：（1）科學教育機構；（2）科學教育之課程與教學；（3）舉辦科學教育活動和比賽；（4）優良的科學教育媒體資源。

當今科學教育的主要目的在提升國民的科學素養，而提升科學素養也成為近年來各國政府重視的議題，我們所應該關注的是，在目前科學教育體制下所養成的學生是否具備足夠的科學素養？是否還有其他可以提升科學素養的策略、資源與途徑？本章包括三部分：首先介紹國民教育階段之科學教育目標，其次簡介科學素養的內涵，最後介紹如何提升國小學生的科學素養。



國民教育階段之科學教育目標

國家未來主人翁的發展與成長決定了國家的興衰，而影響的關鍵則在於國民小學教師的素質。因此，若要提供國家幼苗健全的基礎教育，

唯有開始重視國小的師資培育。在國民小學中，為培養學生理性思考、探究問題的能力與創造力，科學課程更彰顯其重要且無可替代的地位。故目前國小師資培育中的重要課題，就是要對從事科學教育的國小教師，培育其具有基本的科學認知與能力。

是以，在本章所將探討的問題包括，科學教育的基本目標是什麼？我們藉由何種途徑與策略培育國小教師具備科學教育能力？首先，將先針對國民教育階段的科學教育目標來做探討，以引導接下來能夠獲得有效的途徑與方法。

綜觀各國的國民教育，雖然學制的時程不一，但多以國小教育作為起始點。國民教育又屬於義務教育，且具有強迫教育的性質，不僅是國民可以享有的權利，也是國民不可迴避的義務。在國民教育的階段，國民小學學童處於認知發展階段的具體運思期，此階段的教育需要針對學生的未來做發展，並要顧及學生離開學校和進入社會之後的生涯規劃。因此，我們便可以確定科學師資培育的目標與方向，就是要培養國小教師能夠兼顧對國小學生學習特性的了解，以及提供國小學生未來成為公民所須具備的科學素養。

自工業革命之後，科技和文明日新月異。在一般大眾的生活裡，已經充斥著許多科技產品，而這些科技產品都是以科學為基礎所發展出來的。此現象顯示，民眾對於科技產品的需求和依賴程度帶動了科學與技學的發展；也就是說，科學與技學已經深深影響一般大眾的生活與思考模式，現今在科學、技學與社會之間，彼此無形之中早已成為互相影響的動態關係。因此當前科學教育的目標——其實也就是當前科學教育學者所提倡的「提升全民科學素養」理念，就是要使無論是處於現在或未來的一般大眾，都能適應時代的發展與變遷，均能養成與科學相關的認知與能力。故依據以上的理念與範疇，並經過「第一次全國科學教育會議」之討論與研議，形成我國目前的科學教育目標：「使每位國民能夠樂於學習科學並了解科學之用，喜歡科學之奇，欣賞科學之美。」而這項目標至少表現在三個方面：(1)使科學紮根於生活與文化之中；(2)應用科學方法與科學知識解決日常生活問題，理性批判社會現象，並為各項與科學相關的公共事物做出明智的抉擇；(3)藉不斷提升科學素

養，貢獻於人類世界的經濟成長及永續發展（教育部，2007，頁 9）。由此可見，我國國民階段的科學教育目標，重視學生對於科學的興趣和態度，遠勝於教授大量的科學知識，也就是說，我國科學教育期望能培養出學生在生活中具體應用之科學能力。



科學素養的內涵

既然各國在當代科學教育的目標，都是以提升國民的科學素養為主，我們要確實了解科學素養的內涵和各家學者的定義。以下介紹作者於先前整理若干重要文獻中對科學素養之定義，以供參考（靳知勤，2002, 2007a, 2007b）：

「科學素養」，就表面的字義來看，可以簡單定義為「一般大眾對科學相關事物所須了解的程度」（Durant, 1993）。而 Hurd（1958）是最早提出「科學素養」一詞的學者。自此以後，「科學素養」便成為科學教育社群中的重要討論議題。

（一）「美國全民的科學」的定義

未來公民所需具備的科學素養，也就是指一般大眾應具備的各項能力，根據「美國全民的科學」（Science for All Americans）（AAAS, 1990）的說法如下：

1. 對自然世界的了解。
2. 認識自然界的歧異與一致性。
3. 了解重要的科學概念與原則。
4. 明瞭科學、數學及技學之間相互依存的方式。
5. 知道科學、數學及技學是人類活動的一環，對人類有其正面影響，亦有其弱點。
6. 具備科學性思考的能力。

7. 運用科學知識及思考方式於個人或社會的目的。

我們若根據上述所列舉的各項科學素養的內容（AAAS, 1990）加以整理，也可歸納出如下三類：

1. 了解科學內容的相關知識：除了包括吾人對科學傳統認知的物理、化學和生物領域的知識及概念外，並且還涵蓋對數學、技學及社會科學的認識。
2. 對於科學工作內涵的認識：包括科學世界觀、科學探究的方法、科學社群的本質、科學與技學間的關係、技學的原理、技學與社會間的關係等。
3. 具備科學相關的態度、價值觀及技能。

（二）美國國家科學教育標準的定義

美國國家科學教育標準（National Science Education Standards）（National Research Council, 1996）將科學素養定義為：

包含對物質科學、生命科學、地球科學等領域學科內容的理解；同時，個人亦須理解科學的本質、科學社群的活動，以及科學、社會與個人生活間的角色。……是個人從事決策、參與公民及文化事務，以及經濟生產活動中所須具備的科學概念與過程之相關知識與理解。……意謂著一個人能夠發問、發現或決定問題的解答，這些問題起源於個人對於日常生活事物的好奇。具有科學素養的個人得能描述、解釋及預測自然現象。他（她）能閱讀一般報章中與科學相關的報導；並能與他人就科學性的議題從事溝通，且獲致有效的結論。……科學素養隨著個人的年齡逐步發展，並非僅侷限於學齡階段，惟有關科學的價值與態度若於學習之早期即已建立，將有助於成人時科學素養之塑成。（pp.21-22）

(三) 組成科學素養構念的面向

Miller (1983) 強調當代的環境會影響對於科學素養的定義，他認為的科學素養包括了 (1) 科學的本質：對科學過程及方法的了解；(2) 科學的知識：了解重要的科學名詞與概念；(3) 要覺知到科學與技學對社會的影響。

對於科學素養，Shamos (1995) 也指出三種主要的形式：

1. 文化性科學素養 (cultural scientific literacy)

個人在社會溝通的過程之中，能夠對常用到的科學相關語詞有基本認識。「文化性科學素養」就像是提供大眾共同分享的知識系統，當民眾在閱讀報紙及雜誌時能夠了解其中所指的領域；也能在和代表自己的專業人士溝通時，讓代表了解自己的想法，且知曉這些代表是否能真正的反映自己的意見；再更進一步，民眾能了解公眾議題中所辯論的內容為何。

2. 功能性科學素養 (functional scientific literacy)

個人不但能夠閱讀與科學相關的語詞，還能以這些科學性的用詞和他人進行口頭對話及文字表達。與前一項「文化性科學素養」不同的是，「功能性科學素養」具有更進一步的要求個體主動參與和他人從事互動的積極作為；而非只是個人能知曉所溝通的內容是屬於什麼領域的目的而已。

3. 真實性科學素養 (true scientific literacy)

除了上述主動參與和科學有關的溝通與討論外，一個被說是具備「真實性科學素養」的人，亦對科學社群所從事的工作本質為何有所認識。這個項目與前兩項相比，被認為更難達成，但對於科學的發展卻有重要的影響。因為能知曉科學的本質對於科學與個人間的意義會有較為宏觀的見解，而非只是以科學相關詞語從事所謂的社會性的互動而已。

(四) 我國九年一貫課程中「自然與生活科技」學習領域的目標

是哪些人能夠接受科學教育呢？這個問題和何為科學教育的目的乃是一體的兩面。在過去，當教育並非普遍的年代，接受教育的人在數量上有限，於是人們非僅以菁英取向來看待教育的機會與功能，連帶的科學教育的目的亦復如此。然而，時至今日隨著教育機會普及，教育的面向廣泛，使得科學教育也轉變為以全民為對象。以當前世界各先進國家而論，皆以「提升全民科學素養」為其科學教育思潮。換句話說，在國民教育之中接受科學教育，對於一個國民來說是具有意義的。更進一步觀察，為了因應 21 世紀的來臨，臺灣若要在世界各國間維持競爭力，未來發展的重要關鍵便是要確保與提升國民的素質。而於其中，科學教育實為呼應當代學世潮流中的重要一環。因此，我國於近年內藉由教育改革，將原有的課程（其中也包含了科學教育的領域）融入新的理念，並對其進行持續的檢討和改進。這些努力無論是在當前的教育目標或未來的發展上，不僅可以解決目前教育上的問題，回應社會大眾對教育的期待，也可提升未來國民的素質。

教育部於民國 90 年 1 月頒布「國民中小學九年一貫課程暫行綱要」（教育部，2001），在「自然與生活科技」學習領域中，明定科學教育的首要目標就是要提升國民科學素養。其中也將素養定義為「蘊涵於內即為知識、見解與觀念，表現於外即為能力、技術與態度。」在「自然與生活科技」學習領域中，其課程目標為：

- (1) 培養探索科學興趣與熱忱，並養成主動學習的習慣；
- (2) 學習科學與技術的探究方法及其基本知能，並能應用所學於當前和未來的生活；
- (3) 培養愛護環境、珍惜資源及尊重生命的態度；
- (4) 培養與人溝通表達、團隊合作以及和諧相處的能力；
- (5) 培養獨立思考、解決問題的能力，並激發創造潛能；
- (6) 察覺和試探人與科技的互動關係。

透過自然科學學習，並指出學生應達成「科學素養」各面向之屬性

和能力：

- (1) 過程技能；(2) 科學與技術認知；(3) 科學技術與本質；
- (4) 科技的發展；(5) 科學態度；(6) 思考智能；(7) 科學應用；(8) 設計與製作。

最後，在其分段能力指標中也強調：學生在自然科學的學習，是要經由科學性的探究活動而獲得相關的知識與能力。在進行探索與論證的過程中，這些科學方法可以養成學生面對科學時正確的思考方式和解決問題的能力。換句話說，當學生長期的接觸科學活動，就能夠養成提出證據和邏輯推理的思維方式，根據這種思維方式會幫助學生在科學的知識和本質上的認識。故當學生最終能以好奇、積極的態度，和各種知識、能力來面對和處理問題時，我們稱其已經具有「科學素養」。



如何提升國小學生的科學素養

科學素養為一般民眾生存於當代科技社會中不可或缺之基本知識與能力，這些態度與價值觀會引導我們的行動，我們從幼年至確立個人素養的生活史中包含許多與素養相關的事件。基此，作者指出國小學生的科學素養，可藉由課程、教學和評量等基本策略，以及科學教育機構、媒體資源與比賽活動等予以提升：

(一) 基本策略

我國期許國小階段的學生應具備基本程度的科學素養，而在此階段的科學目標為「提升每位學生的探究能力、創造力及批判思考能力，並培養具好奇心與科學倫理道德之良好科學態度」。為達成此目標，需要進行兩項基本的策略：(1) 建立科學教育的各項標準，使得科學教

育目標的設立、課程的規劃、教學與評量的實施，以及政策的制定具有一致性；(2)提升科學教師學科教學知識及技能（教育部，2007，頁10）。以下將敘述在課程、教學與評量方面，如何提升國小學生科學素養的基本策略：

1. 科學課程

在科學課程的設計方面，應該要依據各校的科學教育標準來訂定，因此要先訂定標準，才能有完善的課程內容。而科學課程應配合不同學生的能力來發展，以確保內容是彈性且適合學生的。因此，也就需要多元的專家群或是一個專門研發的單位來設計。並且，在課程實施時，還需要注意是否有完善的規劃和配套措施。另外，在科學課程的評鑑方面，首先要訂定科學教育的評鑑基準，建立教學評鑑系統，以幫助教師的教學和學生的學習能夠落實。在教師方面，可以鼓勵與肯定優良教師在教學上的努力，使科學教師發揮專業能力。在學生方面，政府或民間可成立專業團體發展科學能力的檢定標準，發掘在科學性向上優秀的學生，並從小開始培養其優秀的科學能力。

基於以上論點，教師要如何將科學知識轉化成適合國小學生能吸收和了解的課程內容呢？要如何破除國小學生對科學的刻板印象呢？教師可運用「STS（Science-Technology-Society）或 SSI（socio-scientific issues）的課程設計」，讓國小學生對於科學有更多的了解，讓他們去理解科學、技學與社會間的關聯性，讓國小學生知道科學與他的生活是密切相關的。使國小學生能夠跟得上科技發展更新的腳步，提升其科學素養，不要置身事外。例如：教師可提供科學新聞的相關報導，培養國小學生對於科學的判斷和思考能力，並有助於科學與其日常生活之關聯與應用。此外，目前「科學寫作」（science writing）領域在學術研究與實務上的發展與探討，亦為直接呼應提升國小學生科學素養課題的策略之一，因此國小高年級的教師，也可將科學寫作運用其課程中，以提升學生的科學素養。