

國小教師科學教學基準系列報導（一）

科學教學之基本理念

王靜如

國立屏東教育大學自然科學教育學系教授

周金燕、蔡瑞芬

國立屏東師教育大學自然科學教育學系研究助理

壹、教育改革理念與趨勢

由於國家發展需求及社會之期待，教育部於民國 86 年進行國民中小學課程修訂，並於民國 87 年公佈「國民中小學九年一貫課程總綱」，修訂目的如下：「（一）重新調整國民教育階段的知識結構，以學生生活經驗為導向，將其融入教育情境中，建構易學實用的課程目標、內涵與基本能力指標，以符合青少年身心發展的需求；（二）釋放課程決定權與選擇權，以課程綱要取代課程標準，賦予教師彈性教學空間，展現學校本位課程發展及教師專業自主的理念；（三）整合國民中小學課程的內涵，作為未來中小學教育改革的依據；（四）建立國民中小學課程發展應以「人的生活」為中心，並尊重多元文化價值的理念，培養學生具備科學知能及適應現代生活所需要的能力（取自 <http://teach.eje.edu.tw/>）」。

在「自然與生活科技」學習領域方面，主要目標在提昇國民的科學與科技素養，讓我們藉由學習科學，察覺它與生活的息息相關，進而培養出探索科學的能力，從中學會觀察現象、疑惑及探究的能力，並藉此獲得批判、思考與創造的能力，最終得以解決並處理問題，而這些能力必須經由學校教育學習之。學習科學的目標在學習科學素養，依照分段能力指標，其包含「過程技能」、「科學與技術認知」、「科學本質」、「科技的發展」、「科學態度」、「思考智能」、「科學應用」與「設計與製作」等八大項，經由適當的教材及教學，提昇學童在科學上的素養並培養能力指標所對應的基本能力。

貳、學習理論

一、建構主義

科學哲學觀的演變是經由早期的實在主義、理性主義及經驗主義的興起，再由經驗主義發展成實證主義，認為知識應以經驗為基礎，不相信認識經驗以外的實在（物質或精神）的可能性。而後，後經驗主義的興起，是基於對傳統知識論的批判，並強調理論的存在有其判斷的準則，這不但成為後來建構主義之哲學根源，亦開啓了科學教學應注重培養學生理性判斷能力的科學教育觀念。建構主義的發展，始自對理性主義的質疑，認為知識是認知個體主動的建構，用來組織經驗的世界，可與旁人磋商和解。在教學上，教師須讓學習者自己建構知識，而在建構知識的意義化上，學習者亦必須與同儕互動取得共識的意義，進而與社會環境產生互動，以達成自我概念的發展（王靜如，2003；陳忠志、Taylor、Aldridge，1998；張靜馨，1996；劉放桐，1991）。

二、多元智慧與學習風格

多元智慧理論（The theory of multiple intelligence）為 1983 年哈佛大學心理學家 Howard Gardner 所提出，它有別於傳統認知的範疇，認為學習者應有多種可能方式來展示其學習成效，例如語文智慧、音樂智慧、邏輯－數學智慧、空間智慧、肢體－運作智慧、人際智慧、內省智慧、自然觀察智慧等八種潛在的智能模式，該理論說明人類認知的豐富性，也認同了每個人的智能組合都是獨特的。教師宜利用多元智慧理論去評量教學，創造一個豐富的學習環境，讓學習者在適當的情境下，展現他們的學習成效及與環境互動的表現，促進學習的成長及多元化，及提供教師教學及學生學習的回饋（林曉雯，2003；Campbell, Campbell & Dickinson, 1999；Gardner, 1993）。多元智能評量的發展如：1.真實性評量、2.實作評量、3.學習歷程檔案評量等，皆可藉由對學習者進行多元化的評量，進而了解學習者最真實的能力；因此，多元智能理論在教學與評量的實際應用上，不但提供了學習者展現多元智能的學習環境，更讓學習者了解自己所擅長並加以發揮所長（李坤崇，1999；李虎雄、張敏雪，1999；許瑛珢、林詩怡，2003；張美玉，2000；簡茂發，1999）。

一個成功的教學者，應先能了解學習者的學習風格或型態（Learning style），

才能據此從事教學工作，而學習型態所指的不但是學習者認知的習慣，更是其情意、生理甚至於社會的習慣性行為反應。Searson 和 Dunn (2001) 說明，學習風格像是學習者個人偏好、閱讀喜好、偏好同儕合作學習或是以教師為學習中心、偏好動態或靜態的學習等諸多因素所造就的個人學習特質，因此教學者應能了解學習者不同的學習型態並適時加以輔導，並不斷地有系統地加以評估，使學習者在適合的學習環境下，獲得最佳的科學學習成就。此外教師亦須了解自己的教學風格，營造出適合不同學習型態學習者的學習環境(林曉雯，2003；郭重吉，1987；張美玉、吳玉明，1999)。

三、認知發展與後設認知

認知理論的發展，最早由瑞士的心理學家 Jean Piaget 開始，他觀察嬰兒的行為模式並與小孩對談，發現兒童是經過幾個特定階段來發展他們的認知，而每個階段則有不同的認知基模。兒童不但能主動學習、設定目標與計畫，並加以修正，亦能從如何獲得組織化的知識結構中，像是生物的概念、早期對數字的感覺、基本物理的理解等，逐漸獲得有關記憶、理解及問題解決的策略。此後，Vygotsky (1978) 更提出「接近發展區帶 (Zone of proximal development)」的說法，認為兒童在別人的指引之下所能表現的能力，對於心智的發展，比他們獨立完成的工作更具有指標性的效果。整體而言，兒童在學習能力方面有四大發現：(1) 從很早期，孩子就有能力學習某些事物，不能學某些事物的傾向，可學習的某些類別知識，稱之為特許領域 (Privileged domains)；(2) 策略和後設認知：在特許領域外，兒童須有意願、獨創性和努力，使用策略來促進他們的學習 (後設認知)；(3) 心智理論：兒童會發展出一套自己認為學習和理解有什麼意義的理論，並利用此認知將自己定位，因此不同的兒童對智慧的呈現及學習的方法亦有不同；(4) 孩子與社群：兒童的學習除了靠其自我激勵和自我引導外，尚可藉由他人、工具、文化產物及媒體資訊等來引導學習 (鄭谷苑、郭俊賢譯，2004；Bereiter & Scardamalia, 1989；Brown & DeLoache, 1978；Carey & Gelman, 1991；DeLoache, Miller, & Pierrousakos, 1998；Wright & Huston, 1995)。

就上述而言，學習者的認知發展是造成學習者學習結果後個別差異的主要原因，因此「認知風格」及「認知策略」便成了主要探討的主題。「認知風格」是指一個人處理訊息的偏好或習慣，即其在知覺、思考、記憶和解決問題時，所使用的獨特訊息處理型式。「認知策略」是指學習者可以用來學得、保留和取回不

同種類的知識和成果之計畫或心智的活動，它還包括後設認知（楊坤原、鄭湧涇，1998；Entwistle, 1985；Messick, 1994；Rigney, 1978）。國外學者（Brown, 1978; Flavell & Wellman, 1977）曾提及後設認知是兒童學習歷程中一個很重要的向度；其功能除了包括自我調節－協調個人本身學習能力，使其成為有意義的學習外，尚能反映自己行為表現的能力，使其在以知識及經驗為基礎下，逐漸發展自己的學習能力及反思能力（Bereiter & Scardamalia, 1989; Brown & DeLoache, 1978）。Yore 和 Pimm（2005）與 Yore（2005）更明確指出後設認知即是認知的自我評估（Self-appraisal of cognition）與自我管理（Self-management of cognition）；前者含敘述性的知識（Declarative knowledge）、程序性的知識（Procedural knowledge）與條件式的知識（Conditional knowledge），後者則是對自我學習的計畫（Planning）、評估（Evaluation）與調整（Regulation）。例如對某一項任務，我們必須先陳述什麼是我們要的預設結果，在程序過程中，如何去執行，最後賦予時間及理由等條件設定，此後在工作的執行掌控上，我們才能設定目標、監控進度，進而調整我們的工作成效與行動。

國內林志忠（1999）綜合學者對後設認知的描述，對後設認知也有類似的說明，例如強調對個人認知歷程所了解的知識，如個人自我認知的知識、作業所需知識等；以及重視個人認知歷程的執行策略，如自我監控、測試、評估、調整等。認知的主要功能在促進認知表現，而後設認知是在提昇認知的進步，並監控認知策略的運用情形。因此，教師應能善用後設認知策略去了解學習者的學習經歷並協助他們，更重要的是，學習者亦可經由後設認知引發學習動機及慾望，藉由評量自我學習，達到學習目標。

參、課程教學理論

現今的課程教學強調以學校為本位，用意在於賦予學校及教師課程發展及教學的主導權，提供教師編寫及設計教材的機會，以學生的學習中心取代由上而下填鴨式的知識傳授，課程內容亦以統整學習領域的合科教學取代現行的分科教學，以銜接連貫各個教育階段課程，讓教學者可以實際了解教學目的及掌握課程內涵，而讓學習者參與課程規劃，自行擇定議題並組織課程內容。依據「課程總綱綱要」及「自然與生活科技學習領域課程綱要」之理念，「自然與生活科技」課程宜具有下列幾項特質（黃茂在主編，2003）：（1）適性教育：教學與評量應以發掘學

生的性向及培養學生才能為目標、(2) 學習者的自主性：教學活動應「以生活經驗為中心」(即由學生關切的問題切入)，設計學習活動時亦應「以學生為學習活動的主體」，把學習的自主性賦予學生，以培養學生解決問題的能力、(3) 教學應掌握統整的精神：設計學習活動因有釐清主題概念的需要，宜將相關知識納入探討，以落實課程統整之精神、(4) 學校本位課程：學校教師應能結合全體教師和社區資源，發展學校本位課程，自行編選教材、(5) 教學與評量一體：評量應視為教學的一部份，其內容儘可能涵蓋所有的教學目標(分段能力指標)，並採用多元化方式實施，兼顧形成性和總結性評量、(6) 科學的探討：分段能力指標之各項能力宜透過科學探討活動，並且以學生為學習主體的教學方式，達到教學目標。

Beane (1997) 主張課程統整內容應能涵蓋：(1) 個人生活經驗面向的統整、(2) 社會生活互動面向的統整、(3) 知識面向的統整、(4) 課程設計面向的統整。目的在於可以善用生活中相關議題作為探究主題，並藉由主題發展出學習概念與活動項目，使學習者獲得多元而深入的了解。一個良好的課程統整教學者，除了應具備專業知識的理論基礎，到豐富的設計教材能力，應更能提供學習者一個自我學習與討論的學習環境與互動關係(熊同鑫、王振興、陳淑麗，2001)。

然而課程的設計目標須與評量一致，Wiggins 及 McTighe (1998, pp. 7-19) 提出課程的逆向設計 (backward design) 的理念，即教學者開始計畫一個單元或課程時，就以評量內涵作為證據的考量或準則。其過程為：先訂出預設結果，再決定可接受的證據，最後設計與建構學習經歷。藉由此方式，教師不但可以更加清楚他們的目標，還可以使他們訂出更明確的教學及學習活動，學生亦能連結所預設的結果、實作表現、學習經歷達到最佳的學習成效。其中，在收集學生理解的證據時，教師可以考量一系列具融入式的評量方法(含非正式的評量)，例如：非正式的檢核、觀察及對話、提問跟測驗、教師提示、任務或計畫的執行等。

隨著教育的進步與變遷，傳統的紙筆測驗及直問式的提問已無法完全得知並確定學生的學習效果，因而多元評量的衍生，改進了它所缺乏的評量目的。多元評量是將各種不同的評量方式，針對學習者的學習風格作最有效的組合，以確實了解學習者的學習情況與問題。利用這種評量方式，評鑑者可透過不同評量目的、內容、方式與時機，掌握學習者學習狀況之資訊，並觀察學習者的自我成長與反思(羅豪章，2002)。

肆、誌謝

本研究承蒙國科會計畫（NSC93-2522-S-153-001 及 NSC93-2522-S-153-002）經費補助，特製謝忱。同時感謝本校同仁林曉雯、洪文東、李文德及高慧蓮等多位教授之寶貴意見。

參考文獻

王靜如（2003）。科學本質的理論、教學知識與課程設計。發表於「自然與生活科技學習領域」課程研討會。教育部及國家科學委員會主辦。2003.11.21。又收於國立臺灣師範大學主編（2003）。科學課程論述（頁 1-31）。台北：國立台灣師範大學。

李坤崇（1999）。多元化教學評量。台北市：心理出版社。

李虎雄、張敏雪（1999）。由學力測驗方法談實作評量之功能。教師天地，99，61-66。

林志忠（1999）。後設認知策略對資優兒童科學解題能力影響之研究。刊載於國立臺灣師範大學編印。師大學報：科學教育類，44(1&2)，61-81。

林曉雯（2003）。自然與生活科技教學評量的基本理念。發表於「自然與生活科技學習領域」課程研討會。教育部及國家科學委員會主辦。2003.11.21。又收於國立臺灣師範大學主編（2003）。科學課程論述（頁 397-407）。台北：國立台灣師範大學。

教育部（1998）。九年一貫課程。檢索日期：94.4.13。取自
<http://teach.eje.edu.tw/9CC/index.php>

郭重吉（1987）。學生學習風格的研究及其在科學教育上的應用。中華民國七十五年度科學教育學術研討會論文彙編。頁 187-203。

許瑛珪、林詩怡（2003）。多元化教學與評量中學生多元智能表現之研究模式。刊載於中華民國科學教育學會編印。科學教育學刊，11(4)，351-372。

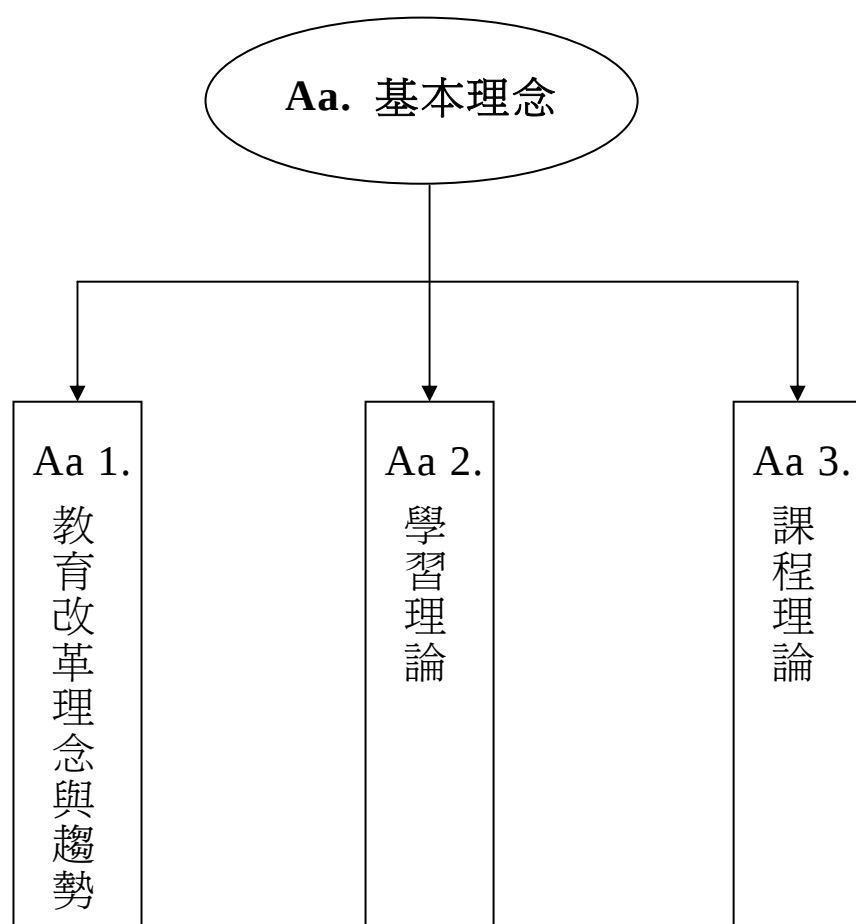
- 陳忠志、Taylor、Aldridge (1998)。國中教師科學本質及科學教學信念對理化教室環境的影響。刊載於中華民國科學教育學會編印。科學教育學刊，6(4)，383-402。
- 張美玉 (2000)。歷程檔案評量的理念與實施。科學教育月刊，231，58-63。
- 黃茂在主編 (2003)。九年一貫課程自然與生活科技學習領域：課程綱要閱讀。台北：國立教育研究院籌備處。
- 張靜馨 (1996)。何謂建構主義。建構與教學，3，彰化師大科教中心。
- 張美玉、吳玉明 (1999)。不同學習型態學生學習表現的探討－解釋推理及問題解決能力。刊載於中華民國科學教育學會編印。科學教育學刊，7(3)，255-280。
- 楊坤原、鄭湧涇 (1998)。認知風格、認知策略、遺傳學知識與遺傳學解題之研究。刊載於中華民國科學教育學會編印。科學教育學刊，6(3)，271-284。
- 熊同鑫、王振興、陳淑麗 (2001)。以國小高年級自然科為核心之課程統整設計研究。刊載於中華民國科學教育學會編印。科學教育學刊，9(2)，123-145。
- 劉放桐 (1991)。現代西方哲學。上海：人民出版社。
- 鄭谷苑、郭俊賢譯 (2004)。John D. Bransford 等 (2000) 原著。學習原理：心智、經驗與學校 (How people learn: Brain, mind, experience, and school)。台北：遠流。
- 簡茂發 (1999)。多元化評量之理念與方法。教室天地，99，11-17。
- 羅豪章 (2002)。發展多元評量模糊複合分數之初探。刊載於中華民國科學教育學會編印。科學教育學刊，10(4)，407-421。
- Beane, J. A. (1997). Curriculum integration: Designing the core of democratic education. New York: Teachers College.
- Bereiter, C. & Scardamalia, M. (1989). Intentional learning as a goal of instruction. In L. B. Resnick (Ed.), Knowing, learning, and instruction (pp. 361-392). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Brown, A. L. (1978). Knowing when, and how to remember: A problem of metacognition. In R. Glaser (Ed.), *Advances in instructional psychology* (Vol. 1) (pp. 77-165). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Brown, A. L. & DeLoache, J. S. (1978). Skill, plans, and self-regulation. In R. Siegler (Ed.), *Children's thinking: What develops?* (pp. 3-35). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Campbell, L., Campbell, B., & Dickinson, D. (1999). *Teaching & learning through multiple intelligences*. Needham Heights: Allyn & Bacon.
- Carey, S. & Gelman, R. (1991). *The epigenesis of mind: Essays on biology and cognition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- DeLoache, J. S., Miller, K. F., & Pierroutsakos, S.L. (1998). Reasoning and problem-solving. In D. Kuhn & R. S. Siegler (Eds.), *Handbook of child psychology* (Vol. 2) (pp. 801-850). New York: Wiley.
- Entwistle, N. J. (1985). Cognitive style and learning. In T. Husen & T. N. Postlethwaite (Eds.), *The international encyclopedia of education* (Vol. 2). New York: Pergamon Press.
- Flavell, J. H. & Wellman, H. M. (1977). Metamemory. In R. V. Kail & J. W. Hagen (Eds.), *Perspectives on the development of memory and cognition* (pp. 3-33). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gardner, H. (1993). *Multiple intelligences: Theory into practice*. New York: Basic.
- Messick, S. (1994). The matter of style: Manifestation of personality in cognition, learning, and teaching. *Educational Psychologist*, 29(3), 121-136.
- Rigney, J. (1978). Learning strategies: a theoretical perspective. In H. G. O'Neil (Ed.), *Learning strategies* (pp. 165-205). New York: Academic Press.
- Searson, R. & Dunn, R. (2001). The learning style teaching model. *Science and Children*, 38(5), 22-36.

- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society*. Cambridge: Harvard University Press.
- Wiggins, G. & McTighe, J. (1998). *Understanding by design*. Alexandria, VA: ASCD.
- Wright, J. C. & Huston, A.C. (1995). Effects of educational TV viewing of lower income preschoolers on academic skills, school readiness, and school adjustment one to three years later. A report to children's television workshop. Lawrence, KS: University of Kansas.
- Yore, L. D. (2005). Metacognition, critical thinking, and reflective practice in science inquiry, learning, and teaching. Paper presented at 78th NARST International Conference. 2005.4.5. Dallas, Texas.
- Yore, L. D. & Pimm, D. (2005). Trends in reading and writing research in science and mathematics education. Paper presented at Reading and Writing in Science and Mathematics International Conference. Held by National Changhua University of Education. 2005.2.17. Changhuan, Taiwan.

附錄

以下是依據「國小教師科學教學之基本理念」所發展之相關基準架構圖（圖一）及基準細目：



圖一、基本理念之內容

「基本理念」之內容定義：

內容 Aa 1. 教育改革理念與趨勢
定義： Aa 1.1 能認識當前教育改革的理念與趨勢。
內容 Aa 2. 學習理論
定義： Aa 2.1 能了解學生學習的相關理論。
內容 Aa 3. 課程教學理論
定義： Aa 3.1 能了解現今課程設計的原理與發展趨勢。

「基本理念」之基準實作表現及評分規準：

Aa 1.1 能認識當前教育改革的理念與趨勢。	
實作表現 (Performance)	評分規準 (Rubric)
Aa 1.1.1 在適當之場合 (例如輔導會議、教學研究報告、課程發展委員會、示範教學、晤談等)，教師引用實例說明如何將當前九年一貫理念 (科學素養、能力本位、能力指標、兒童發展) 融入實際教學活動中。	在適當之場合中 (例如輔導會議、教學研究報告、課程發展委員會、示範教學、晤談等)， ☐ 表現對上述基本理念的深入理解 (引用實例說明教學活動與上述基本理念的一致性及其理由)。 ☐ 表現對上述基本理念的表面理解 (述說上述基本理念，但缺乏具體執行的教學活動或提出的教學活動與理念不一致)。 ☐ 無法表現 (或不知道) 對上述基本理念的理解。
Aa 2.1 能了解學生學習的相關理論。	
實作表現 (Performance)	評分規準 (Rubric)
Aa 2.1.1 在適當之場合中 (例如輔導會議、教學研究報告、課程發展委員會、示範教學、晤談等)，教師以引用實例說明如何將學習理論 (建構學習觀、多元智能、學習風格、學習動機、學習環、後設認知、認知發展等) 融入實際教學活動中。	在適當之場合中 (例如輔導會議、教學研究報告、課程發展委員會、示範教學、晤談等)， ☐ 表現對上述學習理論的深入理解 (引用實例說明學生的學習活動與上述學習理論的一致性及其理由)。 ☐ 表現對上述學習理論的表面理解 (述說上述學習理論，但缺乏實例佐證或引用的教學實例與學習理論不完全一致)。 ☐ 無法表現對學習理論的理解。
Aa 3.1 能了解現今課程設計的原理與發展趨勢。	

實作表現 (Performance)	評分規準 (Rubric)
Aa 3.1.1 在適當之場合中（例如輔導會議、教學研究報告、課程發展委員會、示範教學、晤談等），教師說明課程結構要素，包括現行課程的結構、課程目標、課程內容與評量，及統整課程、學校本位課程、多元評量等課程原理。	在適當之場合中（例如輔導會議、教學研究報告、課程發展委員會、示範教學、晤談等）， ☐ 表現對上述課程結構及課程原理的深入理解（引用自行設計的教案說明上述課程結構及課程原理的應用）。 ☐ 表現對上述課程結構及課程原理的表面理解（述說上述課程結構及課程原理，但缺乏教案佐證或引用的教案與上述課程結構及課程原理不完全一致）。 ☐ 無法表現（或不知道）對課程結構及課程原理的理解。
證據來源 (Evidences)	
1. 訪談。 2. 教學觀察。 3. 相關文件。 4. 量表或工具。	