

國小教師科學教學基準系列報導（六）

教學與學習

王靜如

國立屏東教育大學數理教育研究所教授

周錦婷

國立屏東教育大學數理教育研究所研究助理

科學教師在教學過程中需具備的學科教學知識，有關科學課程設計已於本期刊26期中詳述，本篇接續針對如何運用概念理解、科學論述、教學媒體資源及合作學習等面向，有效融入教學活動，以提升科學教學與學習之成效。

壹、概念理解與教學（conceptual understanding and teaching）

科學教育的目標之一在提升學生對科學概念的理解。何謂理解？Wiggins和McTighe（1998）從六個面向詮釋理解的展現必須是能夠：（1）說明，能說明某一概念的理由與原委；（2）詮釋，能用不同的觀點，解釋事件的原委；（3）應用，能在不同的情境下應用所學的知識；（4）有見解，能從不同的觀點來批判矛盾的事件或現象；（5）有同理心，能體會學生的想法或直觀的看法；（6）對自我的了解，了解自己對教學的想法與學習上的缺點。

面對E化與全球化，各項科學概念應用於生活中的機會日益增加，學生科學概念的習得與科學素養的提升日益顯得重要。Bodner（1986）認為教師以事先設計好的教學模式來進行教學或許能教得很好，但是卻不見得能使學生學到東西，這是因為教學內容所呈現的順序是基於教師、專家的觀點，而不是由學生的觀點出發。Adams和Chiappetta（1998）建議概念改變需要對學生的內在因素有更多的了解，例如文化背景、先備知識及學習經驗等。因此，各種概念改變的教學設計除了要依據教學理論之外，更需要進一步瞭解學生在學習中自我建構科學知識內

在歷程，例如：科學知識的理解機制、認知衝突的機制、以及學生產生概念改變後的知識狀態等（許榮富，1992）。如何正確且有效的幫助學生習得各項科學概念成為諸多科教學者與教學專家所致力研究的重要議題（毛莉嘉，2003）。Bransford、Brown和Cocking等人（2000）在「How people learn」一書中，根據三個有關學習的關鍵發現（先備知識、科學探究及後設認知），提出了四個學習取向來幫助教師設計最能促進概念理解的環境，分別為：（1）學習者中心取向：學校和教室均以學習者為中心；（2）知識中心取向：要提供一個以知識為中心的教學環境，必須注意教了什麼（訊息內容，主題），為何要教（理解），以及什麼叫做真正學會了；（3）評量中心取向：持續進行形成性評量，讓教師和學生雙方都能清楚地看到學生的思考歷程，教師掌握學生的先前概念，瞭解學生此時正處於思考歷程過渡的位置，並且能夠依此設計教學方案，監控學習的進度；（4）社群中心取向：學習本質上深受學生學習的學習生態影響。一個以社群為中心的教學需要發展出學習規範，以及與外在世界的連結，這些都是促進科學理解的教學原則。

「生物科學課程研究」（Biological Sciences Curriculum Study, 簡稱BSCS）的5E教學模式（instructional model），順序為：投入（E1, Engage）、探索（E2, Explore）、解釋（E3, Explain）、精緻化（E4, Elaborate）、評鑑（E5, Evaluate）共五個階段（Bybee, 2002）。5E教學模式已經發展逾二十年，早期並不是以科學探究教學的觀點來發展，但是卻符應美國國家科學標準描述的科學探究教學五個重要面向（National Research Council, 2000），這五個重要面向與5E教學模式的符應情形如下：（1）學習者投入在科學取向的問題（符應E1），教師可以運用問題來導引學生思考、引領活動進行的方向、營造熱絡的求知氣氛；（2）學習者針對問題蒐集證據（符應E2），參與討論、發表自己的看法，進行實驗，展示自己工作的成果；（3）學習者從證據中形成解釋（符應E3），提出自己研判的結果；（4）學習者將解釋和科學知識連結，學習者傳達和辯證所提出的解釋（符應E3）。（5）實施評鑑，以了解教學後學習的成效（符應E5）（Bybee, 2002）。

教學具複雜性，幾乎不可能有哪一種教學策略適用於所有的教學情境中。綜上所論，國小自然科的教學可合併應用概念理解與探究教學的理論，並把握如下三大原則：（1）選擇核心概念；（2）使用促進學生學習的教學策略，如BSCS的5E模式；（3）融入NRC（2000）探究教學的元素，營造知識中心取向的學習

環境。是以，以學生為中心的探究學習，能達到有意義的概念理解。

貳、科學論述

Kuhn(1970)主張概念的改變具有驟變或革命性的特質，而廣受爭議；Toulmin(1972)則引用生態學的觀點，認為整體的大概念不會在一夕間立即改變，必須同時考量學科領域內與領域外的種種因素，尤其是影響科學發展的社會與文化情境脈絡。基於此，課室中的科學教學設計與教學專業知識必須考量多元的合理性，藉由質疑、協商、理性判斷等社會互動歷程，協助學生在多元理論中判斷並選擇具合理證據的論述。所謂的論述是「個人提出證據去支持自己或反對他人意見、主張或結論的過程」（Kuhn, 1992），也是雙方爭論對話的基礎，目的在勸服他人相信自己的一套說詞，可以口語或書寫的形式呈現，且會發生在日常生活之中或特殊的情境之下（Liakopoulos, 2000），是一種「社會性行為」（Toulmin, Rieke, & Janik, 1979），亦是「推理能力」的呈現（Voss & Means, 1991）。Latour和Woolgar（1986）的研究也指出，科學工作最有意義的部份之一，是將科學觀察與科學知識轉換成科學事實。科學論述的建構，並不是純粹的推理過程，而是組織獲得的資訊，依據合理的判斷及理論基礎而成立的。

現代的科學知識觀對於科學進步的認知，已不再侷限於科學是全然立基在過去研究之上，或是累積的事業；相反的，科學的發展往往是反映在「不同理論競爭後的結果」（Kuhn, 1970）。換句話說，科學的進步與發展有很大的成分是藉由持不同理論的科學家，彼此提出各自的主張、證據和反證，並經過各種形式的論證和辯論過程，比較各個理論的立論依據的合理性。也因此，科學知識必須「經過科學社群中同儕對證據的相互檢閱、批評和認可，支持不同詮釋之間的團體相互的辯論」等論述的過程，才得以確定它的成立（Newton, Driver, & Osborne, 1999）。其次，論述對話的過程會刺激認知主體會對自己或他人的主張進行反思、釐清主張和證據之間的邏輯關連，甚至找尋更有力的證據、提出反駁的理由，亦或是進一步的精緻化自己的主張。所以提出的論述既能反映個人認知，也有社會建構的層面（Erduran, Simon, & Osborne, 2004）。因此教師在培養學生科學素養時，必須在教學中提供學生學習科學論述的情境，體認「論述是科學發展的常態，也是社會建構的過程」。藉由論述，學生可了解科學知識和證據之間的關連性，提升對各種現象、知識的批判思考能力，進而提出自己的假設，進行合理的驗證

以支持主張，也就是增強主體面對訊息處理的覺知，在此過程中學生必須經歷「推理、找證據、詮釋」等科學探究的活動，同時也能促進「分析、綜合、評鑑」等高層次思考智能。

教師為增進學生科學論述的能力，除了教導學生認識科學論述的本質與價值，更重要的是引導學生明瞭「如何做論述」。因此，教師在教導學生進行科學論述時應考量：

- （1）學習情境：科學論述是與情境相依的（Liakopoulos, 2000），個人往往會隨著不同的論述議題提出不同的論點。因此，Zohar 和 Nemet (2002) 建議論述教學最好使用真實情境的問題，如此會讓學生因為教學內容與生活相關而融入論述活動，並提高學習動機，例如多提供學生生活中具爭議性的科技議題。
- （2）論述的組成及結構：論述的成分包括「議題、主張、證據、理由、支持性通則、前提或條件、反駁」等（Voss & Means, 1991），在教學中教師可善用舉例、類比、辯論、或小組討論等方式進行論述活動，學生可由多元的方式體會論述的程序。
- （3）判斷論述的依據：學生必須對自己立論依據的合理性有所知覺，了解自己所持的理由或證據的可行性及合理性，知道是否可能提出反駁，並且明瞭好的論述應該具備什麼樣的特質（Voss & Means, 1991）。

成功的論述對話可以幫助學生概念的改變，Driver、Guesne和Tiberghien等人（1985）建議教師在實施論述教學活動應注意如下六項原則：（1）提供學生思考與反思的機會：教師要提供學生思考的機會與時間，或是反思其想法的可行性與合理性，並讓學生用自己的話來表達對於議題的觀點。（2）引入矛盾事件：利用差異性的事件讓學生不滿意自己對於現象的理解與解釋，進而引導學生進行概念的改變。（3）善用反問法：教師利用反問法可幫助學生發現自己想法上不一致的地方，造成概念上的衝突。（4）正面的鼓勵：鼓勵學生提出許多不同的概念上的想法，並進行有意義的建構來產生概念的基模。（5）營造適當的學習情境：讓學生練習在不同的情境中應用其所學的概念。（6）統整概念：在進行論述對話後，教師必須針對學生的概念進行統整說明，並說明正確的科學論點，以釐清學生對科學概念可能產生的迷思。

綜合上述，科學論述不僅是知識性的活動，更是社會性的過程。科學教師應該創造一個學生能夠進行論述的環境，並給予從事批判、質疑的對話機會，透過反思的歷程，促進學生對科學概念的高層次學習與理解。

參、教學媒體與資源

在國小科學課室教學中，教學媒體與學生學習理解間的關係密不可分。善用教學媒體，可透過感官知覺、實際物像的呈現及操作，輔助學生對抽象的知識具體化，而進一步達到理解目標。

一、教學媒體的發展背景

教學媒體的種類繁多，而科技的發展更使得媒體如雨後春筍一般迅速的繁衍。以媒體發展的順序而言，張霄亭（1993）將媒體區分為四代，四代的媒體各有其特性。第一代媒體特性是不需要機器或電力發動，包括演示、粉筆板、戲劇、展覽品、模型、圖表等。第二代媒體特性是以機器複印手寫或手畫的資訊，如教科書、作業簿與測驗等。第三代媒體特性是透過不同的機器，以拓廣人類的感官限制，例如照片、幻燈片、實物或透明投影片放映機、有聲或無聲影片、廣播、電視等。第四代媒體則以互動性為其特點，如編序教學、語言學習機、電腦、多媒體等。根據媒體的發展，可看出現代教學媒體的趨勢：（1）品質高，保存持久；（2）可傳送具體真實的訊息，擴展經驗範圍；（3）訊息傳輸網路化，不受時空限制；（4）學習者可團體或獨立進行學習；（5）以多媒體和超媒體展現，增加互動（鍾樹椽，1995）。

二、教學媒體的應用

Heinich、Molenda、Russell 和 Smaldino 等人（1996）的 ASSURE 教學模式主張媒體教學必須：分析學生背景（Analyze Learners）、擬定教學目標（State Objective）、準備教學媒體（Select Media and Materials）、使用教學媒體（Utilize Media and Materials）、激發學生反應（Require Learners Participation）、評量教學效果（Evaluate and Revise）。由此可看出媒體在教學過程中的重要角色。不同的媒體具有不同的特性，有的可以提供動態的表現，有的可以呈現感官知覺的經驗，在教學上的應用便有不同的功能性。一般而言，若是教導具體的概念（如形

狀）或空間關係（如相對位置），例如四季星空的運轉，教師則可選擇行星模型、星座盤等具有視覺效果的教學媒體輔助。若是教導連續變化的自然現象，如雲層的流動、植物的生長變化等概念，則可以動態的影片媒體呈現。對於提供學生立即回饋與個別學習，則可利用互動式媒體，如電腦輔助教學軟體（Gagne, Briggs & Wager, 1992）。

三、教學媒體的使用原則

教師應如何使用教學媒體，才能在教學中發揮最大的功效？楊美雪（1997）建議如下的原則：

- （一）教學前，教師應先針對教學概念的目標與需要，分析學生的先備知識，選擇適合學生概念理解與學習情境的媒體，並熟練如何操作媒體；如投影機的安裝與使用步驟。
- （二）教學活動進行時，教師應注意事項包括：（1）教室環境，如燈光、溫度、教師的肢體語言等，都會影響教學媒體呈現的效果。（2）師生討論，使用媒體輔助教學進行後，必須教師預留時間進行說明及討論，增強學習概念，避免流於純粹的感官刺激。
- （三）教學後，教師應將媒體恢復原狀，並進行自我檢討，根據學生的學習情況，做為下次教學的參考。

教師選用教學媒體以輔助教學進行，是未來教學與學習必然的趨勢，教師在選擇教學媒體時應考量其方便性、適配性及功能性（單文經，1997），審慎評估與改進，必要時也可自行設計及製作媒體，使學習更生動化、具體化，提升教學成效。

肆、合作學習（cooperative learning）

合作學習有別於傳統的個別化學習與競爭式學習，強調透過學生分工合作以共同達成學習目標的一種學習方式。在教學活動中以結構式的同儕互動與溝通對話過程，提升小組與個人的認知、情意及社交上之發展（林翠玟，2006）。實證研究發現，合作學習對學生的學業成就、學習動機、學習保留、學習態度都有正

向的影響；小組藉由組間的共同討論、共同完成學習活動，在彼此的互動中增加組員的熟悉度，對班級氣氛、人際關係、種族關係、社會技巧、學生自我概念、學生自尊、接受回流學生等方面，也均有明顯的助益（Slavin, 1987, 1990, 1991）。在自然科的科學探究過程中，教師可應用合作學習協助一群學童彼此相互扶持，為同一個計畫工作，並對個人及小組中每一個人的學習負責任。合作學習主要的功能有三：增進學科方面的學習效果、促進社會及情意面的發展、以及培養學生學習責任（吳清山、林天佑，1996）。

合作學習的教學模式眾多，在自然科教學中最常見的教學模式為：「學生小組成就區分法」、「共同學習法」及「團體探究法」。

1. 學生小組成就區分法（Student Teams Achievement Divisions Method, STAD）是合作學習中最基本的教學模式，教學程序為：（1）教師先向全班授課，介紹教材重點與學習目標；（2）教師依學生個別差異採異質性分組，學生以問答、討論方式共同進行學習；（3）小組呈現討論結果，教師給予回饋；（4）教師實施個別測驗評估每一位學生的學習表現；（5）教師獎勵表現優異的表現個人或小組（李珀，1998）。
2. 共同學習法（Learning Together Model, LT）的實施程序：（1）教師先界定教學目標，選擇適當的作業內容；（2）依學生的合作技巧、教材、時間來決定分組人組（3）教師安排學生角色；（4）解釋作業，以單一的共同作品或報告做為小組共同學習材料；（5）觀察及督導學生的合作表現；（6）最後複習學習內容並實施評鑑（王金國，2003； Johnson & Johnson, 1999； Johnson, Johnson, & Holubec, 1994）。
3. 團體探究法（Group Investigation, GI）具備四項特徵：（1）全班由不同的小組集合而成；（2）設計多樣的學習任務供小組探究；（3）強調學生之間主動的溝通；（4）教師給予學生很大的自由、自主，以學生的興趣為主體，自行決定學習內容並規劃探究活動，透過多樣化的形式分享學習成果（Allen, 2000； Britton, 1992； 吳聲純、李淑雯，2003）。

合作學習在教學過程中，學生與教師所扮演的角色分別具有如下特徵（黃政傑，1996；莊奇勳，2005；蘇麗美，2005）：

1.學生的角色：

- （1）積極的互賴與扶持：小組成員在目標、資源、酬賞、角色等，必須建立相互扶持、共享的關係，發揮團隊的功效。
- （2）共同分擔領導者的任務：小組的每一個成員對於工作任務都有相同的責任，視為一共同體，分擔彼此的工作任務，等同的成功機會。
- （3）個別績效：每一個成員對於小組都是有貢獻的，必須精熟自己的學習，利用團體合作的方式，擴大學習成效，使小組表現達到學習目標。
- （4）社交互動：藉由面對面的互動，而非獨立學習，培養有利於學習與成長的人際關係。

2.教師的角色：

- （1）概念引導：教師必須依據教學目標選擇、自編教材，同時還要能深入理解學生的先備知識與迷思概念，引導出學生的舊有知識去探索新知識。
- （2）多元策略：在自然與生活科技教學中，教師可以採用小組實驗設計、小組討論、專題研究等方式進行合作學習。
- （3）分組與分工責任：為協助學生相互扶持，提升人際關係，促進所有學童的學習，教師應考慮分組與分工責任的機制，如性別、族群與成就差異，以達到所有學生均有機會參與工作、討論與學習的機會。
- （4）合作技巧訓練：教師在實施合作學習之前，安排時間加強學生的合作技巧訓練是必要的，包括：鼓勵別人、發表意見、注意傾聽、輕聲細語、針對主題發言、參與討論及不插嘴等。

科學教學除了知識技能的獲得，更需培養學生成為未來公民之素養。透過合作學習的實施，學生可在互助合作中建立概念知識，並可激發多元的思考面向及社會觀。

誌謝

本研究承蒙國科會計畫（NSC95-2522-S-153-001 及 NSC95-2522-S-153-002）經費補助，特致謝忱。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

- 王金國（2003）。國小六年級教師實施國語科合作學習之研究。國立高雄師範大學教育學系博士論文，未出版。
- 毛莉嘉（2003）。國小學童熱傳導概念理解與概念改變研究。國立新竹師範學院國民教育研究所課程與教學碩士論文，未出版。
- 李珀（1998）。思考合作教學。台北市教育局。
- 吳清山、林天佑（1996）。全面品質教育之研究：以國民小學為例。行政院國家科學研究院計畫成果報告（NSC 85-2413-H-133-006）。
- 林翠玟（2006）。合作學習之初探。教育現場報導。2007年8月7日，取自：<http://teach.eje.edu.tw/eduReport/checkDir/goodstress20061118192620.htm>。
- 吳聲純、李淑雯（2003）。團體探究法與一般小組學習對國中生學習鄉土植物之比較研究。中華民國第十九屆科學教育學術研討會論文。
- 莊奇勳譯（2005），Abruscato, J.著。自然與科技領域教材教法（**Teaching children science: A discovery approach**）。台北市：學富文化事業有限公司。
- 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發表論文。
- 張宵亭（1993）。教學方法與視聽媒體運用。台灣教育，512，1-4。
- 單文經（1997）。教學媒體的選擇。台灣教育，560，8-11。
- 黃政傑（1996）。創思與合作的教學法。台北市：師大書苑。

楊美雪（1997）。**教學媒體之認識與應用**。教學資源中心，教學研討會資訊。2007年8月7日，取自：<http://www.yuntech.edu.tw/~aax/03/uni-03-0305.htm>。

鍾樹椽（1995）。新式媒體對教學變革之影響。**教育之友**，36，（5），19-24。

蘇麗美（2005）。**合作學習法在國小自然領域教學之探究**。國立高雄師範大學課程與教學研究所碩士論文，未出版。

Adams, A. D., & Chiappetta, E. L. (1998). *Traditional high school physics classroom*. Paper presented at the Annual meeting of the American Educational Research Association (pp.13-17).

Allen, R. F. (2000). Civic education and the decision-making process. *The Social Studies*, January / February, 5-8.

Bodner, G. M. (1986). Constructivism: A theory of knowledge. *Journal of Chemical Education*, 63(10), 873-878.

Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, D.C.: National Academy Press.

Britton, S. C. (1992). Group study of the middle east. *English Journal*, 8(2), 24-26.

Bybee, R. W. (2002). Scientific inquiry, student learning, and the science curriculum. In R. W. Bybee (Ed.), *Learning science and the science of learning* (pp. 25-35). Arlington, VA: NSTA Press.

Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science*. Philadelphia, PA: Open University Press.

Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933.

Gagné, R. M., Briggs, L. J., & Wager, W. W. (1992). *Principles of instructional design* (4th ed.). Fort Worth: Harcourt Brace Jovanovich.

- Heinich, R., Molenda, M., Russell, J. D., & Smaldino, S. E. (1996). *Instructional media and technologies for learning (5th ed)*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1999). *Learning together and alone: Cooperative , competitive, and individualistic learning (5th ed.)*. Boston: Allyn & Bacon.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T. , & Holubec, E. J . (1994). *Cooperative learning in the classroom*. Alexandria, Va: Association for Supervision and Curriculum Development .
- Kuhn, D. (1992). Thinking as argument. *Harvard Educational Review*, 62, 155-178.
- Kuhn, T. S. (1970). *The Structure of Scientific Revolution (2nd ed.)*. Chicago: The University of Chicago Press..
- Latour, B., & Woolgar, S. (1986). *Laboratory life: The construction of scientific facts*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Liakopoulos, M. (2000). Argumentation analysis. In W. B. Martin & G. George (Eds.), *Qualitative researching with text, image and sound: A practical handbook* (pp.152-171). London: Sage.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, D. C: National Academy Press.
- Newton, P., Driver, R., & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21(5), 553-576.
- Slavin, R. E. (1987). Cooperative learning: where behavioral and humanistic approaches to classroom motivation meet. *Elementary School Journal*, 88(1), 29-37.
- Slavin, R. E. (1990). Research on cooperation learning: Consensus and controversy. *Education Leadership*, 47(4), 52-54.

- Slavin, R. E. (1991). Synthesis of research on cooperative learning. *Educational Leadership*, 48(2), 71-82.
- Toulmin, S. (1972). *Human understanding*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- Toulmin, S., Rieke, R., & Janik, A. (1979). *An introduction to reasoning*. New York: Macmillan.
- Voss, J. F., & Means, M. L. (1991). Learning to reason via instruction in argumentation. *Learning and Instruction*, 1, 337-350.
- Wiggins, G., & McTighe, J. (1998). *Understanding by design*. Alexandria, VA: ASCD.
- Zohar A., & Nemet F. (2002). Forstering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 35-62.

附錄

「教學與學習」之內容定義

內容 Ad2. 教學與學習
定義： Ad 2.1 能引導學生陳述對相關科學概念的理解與理由，包括：(1)說出或寫出學生的想法、(2)對現象的說明與理解。 Ad2.2 能引導學生藉由現象觀察或實驗資料分析，詮釋或論述其對相關科學概念的理解。 Ad2.3 能引導學生修正或重建正確的科學概念。 Ad2.4 能提供學生學習科學核心概念的相關資源。 Ad2.5 能使用促進學生合作學習的教學策略。

「教學與學習」之基準實作表現及評分規準

Ad 2.1 能引導學生陳述對相關科學概念的理解與理由，包括：(1)說出或寫出學生的想法、(2)對現象的說明與理解。	
實作表現（Performance）	評分規準（Rubric）
Ad 2.1.1 教學中，教師善用提問策略（例如：加分、讚美或反問）、提問用語明確（例如：開放式問題且陳述簡潔），給予學生足夠的候答時間（至少三秒），使學生深入說明、反省或評鑑自己對相關科學概念的理解與實作表現。	☐ A.善用提問策略、提問用語明確，給予學生足夠的候答時間，使學生深入說明、反省或評鑑自己的理解與實作表現。 ☐ B.未用提問策略、提問用語不明確，或未給予學生足夠的候答時間，學生沒有機會進行深入的說明與評鑑自己的理解與實作表現。 ☐ C.教學中，教師沒有提出促進學生思考的問題，或並未給予學生機會陳述對相關科學概念的理解。
Ad 2.1.2 教學中，教師能鼓勵學生以不同的方式表達或論述自己對科學概念或科學探究的理解（包括口頭、書面文字、表演、圖示、實驗操作），教師亦立即給予回饋並再引導其深入的思考。	☐ A.鼓勵學生以不同的方式表達或論述自己對科學概念或科學探究的理解，教師亦立即給予正面的回饋並再引導其深入的思考。 ☐ B.鼓勵學生以不同的方式表達或論述自己對科學概念或科學探究的理解，但教師未立即給予回饋。 ☐ C.教學中沒有鼓勵學生表達或論述自己對科學概念或科學探究的理解。

Ad2.2 能引導學生藉由現象觀察或實驗資料分析，詮釋或論述其對相關科學概念的理解。	
實作表現（Performance）	評分規準（Rubric）
Ad2.2.1 教師提供現象觀察或實驗活動，引導學生心智的發展，包括：(1)學生有機會澄清先備知識或迷思概念，經由新的發現與認知衝突，發展另類說明，選擇合理的假說。(2)學生根據自己的問題設計實驗活動，蒐集資料並推論結果。	☐ A.教師有提供機會，引導學生對相關科學概念的詮釋或論述。 ☐ B.教師有提供機會但不熟稔如何引導學生對相關科學概念的詮釋或論述。 ☐ C.學習活動中，教師沒有提供機會引導學生對相關科學概念的詮釋或論述。
Ad2.3 能引導學生修正或重建正確的科學概念。	
實作表現（Performance）	評分規準（Rubric）
Ad2.3.1 學習活動後，教師有針對學生的概念作統整（比較與判斷學生概念的合理性）並說明正確的科學論點。	☐ A.統整學生概念並說明正確的科學論點。 ☐ B.未統整學生概念，只說明正確的科學論點或只統整學生概念，未說明正確科學論點。 ☐ C.未統整學生概念，也未說明正確的科學論點。
Ad2.4 能提供學生學習科學核心概念的相關資源。	
實作表現（Performance）	評分規準（Rubric）
Ad2.4.1 教案或教學中，教師使用與核心概念有關的教學資料(例如：板書、圖卡、實物、模型、標本、電子媒體等)輔助教學，協助學生發展對概念的理解。	☐ A.能使用與科學核心概念相關的教學資源輔助教學，協助學生發展對概念的理解。 ☐ B.使用與科學核心概念相關的教學資源輔助教學，但未協助學生發展對概念的理解。 ☐ C.未使用與科學核心概念相關的教學資源輔助教學。
Ad2.4.2 教師有效運用：(1)與科學教學相關之網站資源；(2)社區資源(如鄰近學校之教材園、圖書館、博物館、河川、地形等)輔助教學。	☐ A.有效運用教科書以外的相關科學教學資源輔助教學(包括使用教學網站之相關資源、運用社區資源)，促進學生連結相關的知識。 ☐ B.教材內容僅限於自然與生活科技領域教科書及校內可用教學資源。 ☐ C.教材內容僅限於自然與生活科技領域教科書範圍。

Ad2.5 能使用促進學生合作學習的教學策略。	
實作表現（Performance）	評分規準（Rubric）
Ad2.5.1 教師的教學有使用合作學習策略，其基本原則為：(1)共同參與、分工合作，並分享想法與經驗；(2)辯證、比較、理解不同的想法。	(1) 共同參與、分工合作，並分享想法與經驗 ☐ A.有提供學生小組合作學習之機會，組員可以分享想法與經驗。 ☐ B.有提供學生小組學習之機會，但未分享想法與經驗。 ☐ C.未提供小組合作學習之機會。
	(2) 辯證、比較、理解不同的想法 ☐ A.有提供學生分享想法與經驗，並辯證、比較、理解不同的想法。 ☐ B.有提供學生分享想法與經驗，但未辯證、比較、理解不同的想法。 ☐ C.學生沒有機會分享想法與經驗，也沒有辯證、比較、理解不同的想法。
證據來源（Evidences）	
1. 訪談。 2. 教學觀察。 3. 相關文件。 4. 量表或工具。	