

# 國中自然科學(理化與地球科學)與 自然科學(甲)(理化)的教學與評量

林振霖

## (一)科學課程改進的潮流與我國新科學課程

我國國中的新課程標準，計劃自七十三學年起逐年試用修訂，並自七十五年起逐年正式使用。理化課程有必修科目與選修科目二種。必修科目有自然科學(理化與地球科學)，選修科目有升學預備科目的自然科學甲(理化)與實用科目的實用化學及實用物理。

自然科學課程，自從一九五七年史潑托尼克衝擊以來，爲了提高科學課程內容的水準，採用了學問體系理論爲基礎的教材，以探究學習方法爲唯一的學習途徑，讓學生在缺少興趣的狀態下，學習充滿理論而與生活無關的教材。

這種教學的結果，在世界上普遍地產生了多數厭惡科學課程與學校生活的學生。因此自一九七〇年代開始，改革學科中心科學課程爲人性中心科學課程的運動慢慢展開。學習的主體是學生，科學課程教材與教學法應該適應於學生，以學生的學習能力與生活環境爲教學的重要依據，環繞學生周圍的科學問題爲科學課程學習的主要內容，培養學生愛好自然，研究自然，與自然共同發展的科學觀的建立，成爲近

代科學教育的中心思想。

我國國中自然科學的教學目標，因此訂定爲(一)培養學生的科學興趣及正確的科學態度，以適應現代的生活環境，(二)藉觀察及實驗養成學生運用科學方法的能力，以應用於日常事務之處理，(三)使學生了解理化及地球科學的重要基本概念，以善盡國民之義務。國中自然科學(甲)的教學目標進一步訂定爲(一)增進學生科學知能，培養科學興趣，以養成具有科學素養的國民，(二)使學生明瞭學習理化的目的，在認識物質與能量的世界，改善人類的的生活，(三)輔導學生學習理化的基本知識，熟練科學方法，培養科學態度，以應用於日常生活，並做爲繼續學習自然科學的基礎。

隨著世界科學教育改進的潮流，我國的科學課程正積極地謀求改進。配合課程的改進，如何加強有效教學的推展，提高教學的效果，促進科學教育的進步，應該是我們從事於科學教育的科學教師的重大使命。

### (二)新自然科學的教學

良好的自然科學教學，除教師須具備豐富的自然科學的背景學識外尚須要有良好的教學能力與教學策略，並能正確評量學生的學習成就而回饋於教學的改進。

教師教學前須先參考教學指引，編寫教學活動設計。教學活動設計應以一般學生的學習能力爲準，依據教學一般目標與行爲目標，擬定教學內容與教學過程。以適當的實驗領頭，引起學生的學習動機和

興趣，讓學生從實驗活動中，學習有用的科學知識。在實驗活動的設計中，融入科學方法的訓練，而從實驗中引導出科學概念並給予學生一有系統的綜合性科學概念。除了科學概念與科學知識等結果的學習外，學習過程本身也是學習的內容。

教師教學時，應以學生已有的學習成就為基礎，安排新的學習內容，注意教材的銜接，引發其學習動機，輔導學生發掘問題，然後採取解決問題的步驟，包括提出假設、設計實驗、實驗驗證等建立科學概念的過程，讓學生能從實驗的結果歸納出科學理論與概念。除了科學概念與知識的學習外，尚須注意有關科學方法和能力的訓練和培養，如觀察、應用時間與空間的關係、分類、應用數學、測量、傳達、發掘問題、假設、推理、預測、控制變因、實驗與收集、整理和解釋資料等。

教學過程中教師應積極誘導學生發問、質疑、共同討論以造成活潑、生動、有趣的教學氣氛。發問時至少須等五秒（Wait time）後才能要求回答，以便有充分思考後的發言。

教學時注重科學概念的融會貫通與應用，避免灌輸零碎、片斷的知識。理化的教學上，實驗與觀察的直接經驗是非常重要的且為科學的基礎。

「觀察」並不是單純用眼睛看，而須要思考性地用心注意看物質與現象。讓學生觀察後必須加以敘述或記錄，有助於正確觀察的訓練。「實驗」並不是依照教科書的步驟，機械性地操作或玩實驗器具，而應該是驗證假說或發現問題的重要過程，因此首先須要讓學生熟習於器具的使用與藥品的處理方法，老師在實驗過程中不斷巡視學生的實驗情況，適時加以指導以確保實驗的正確性與安全性。

依據皮亞傑 (Piaget) 認知能力的分類，國中學生大部分屬於具體操作期。教學上如能適當應用各種視聽媒體，如放映教學影片，幻燈片或利用 OHP 做爲討論問題的依據，儘量使學生參與教學活動，避免教師單向演講的上課方式，則必能促進學習興趣，提高學習效果。

視聽教學的優點在於生動有趣，容易把不易解釋或難以觀察的教材一目瞭然地展示於學生的眼前，使得學生易於接受與了解。但是教師不可將視聽教學加以濫用，如將視聽教學認爲「放一場電影」，給學生觀看的輕鬆工作則甚爲錯誤，這種觀念將容易養成學生散漫、不認真、不重視課程的態度。視聽教學的目的在於促進學生的學習效果，而不在於「視」與「聽」的本身，因此教師應用視聽教學法教學時，必須慎加選擇媒體，密切配合其他的教學法以發揮最大的教學成果。

「百聞不如一見」一語，強調直接經驗的重要性。做爲學習起點的基礎而言，直接經驗雖然甚重要，但是教學技巧不應該永遠停留於此點，而應該漸次提升到達於抽象的一般性事物的理解。如戴爾 (Edgar Dale) 在其經驗的圓錐中表示學習活動爲從圓錐體底面的具體行爲的活動開始，經觀察的活動，發展到抽象的象徵性活動。布魯拿 (Bruner) 說，從動作性 (Enactive) 的學習開始，漸漸演變爲影象性 (Iconic) 的學習，最後發展爲象徵性 (Symbolic) 的學習之後才能夠將知識加以一般化而構成自己的認知結構。

對於有個別差異的學生應給予適當的輔導，設法鼓舞學生對於學習科學的愛好，發展學生的潛能。對資賦優異學生的輔導，教師可就教學指引中，選擇補充教材和參考資料，供學生研習，也可指導學生

選讀一些科學性的參考書籍，輔導學生自行設計實驗，積極參加科學展覽活動。對學習能力偏低學生的輔導，教師可視學生學習進步狀況，適當選用個別化教學方法，如編序教學法或電腦輔助教學法，加強其基本概念的学习。

### (三) 學習指導過程的評量

教學活動進行的同時教師就需要了解教學活動的學習效果與教學效果，而將其結果回饋於教學方法的改進，因此學習指導過程的評量須有教學的診斷性評量，教學時的形成性評量與教學後的總括性評量的三種。

#### (A) 教學前的評量（診斷性評量）

理化教學的目的並非單單在於學習科學知識，而更重要的在於培養科學的基礎能力（Scientific Literacy），因此在教學前須要把握學生基礎知識能力與基礎概念的了解程度。教學前的診斷性評量應該包含已學習課程內容的學習成就或理解程度的評量，對於學生生活經驗的評量，與對於數學（抽象）能力的評量。

診斷性評量須要在短時間內完成，同時能夠正確把握學生的知識能力的實際狀態。此種評量並不是用來判斷個別學生能力的優劣，而是要把握學生學習集團的水準，以便有助於教學活動設計內容的構成與實施。

評量形式可採用問答法、問卷法或利用教學反應器 ( Instructional Responder )。

(B)教學過程的評量 ( 形成性評量 Formative Evaluation )

課堂上每一小時的教學均爲了達成單元教學目標，但是教完每一個單元後的評量結果卻無法立刻回饋於教學上的改進，因此老師必須考慮如何將評量的結果，運用於形成概念的學習過程。

雖然一般的教學，往往是集團的學習形態，但是教學的本質仍應爲個別化的指導。把握每一個學生的狀態而予以指導並且隨著學習的進行，確認指導的效果才是真正的教學。

評量與教學爲一體的兩面，評量爲教學過程的重要一環，因此教學活動設計與評量計劃必須互相配合，換句話說教學活動必須有形成性的評量計劃。

學期開始時的診斷評量與定期的總括性評量，雖然分別有其重要意義，但是決定教學的成功與否，最重要的是教學過程的形成性評量計劃。

形成性評量的設計，必須使評量與學習指導連成一體。教學過程中的評量，可使學生所獲得的知識堅實而漸次擴大腦海中的概念網，因而可使教學的流程更爲順暢，也可使偏離教學目標的教學回歸於正常。

將教材過分細分爲幾段後，實施形成性評量，有時會造成學生心理上的負擔而導入於學習欲望的減退與成績的低落。討厭自然科學的學生增加的原因爲除學習內容的過重負擔與不適當的教學法以外，不適當的評量也是其主因之一。產生這種負效果的原因，不外乎評量的管理性與選擇性機能過分強烈的影

響了學生。評量就是評定學生的成績——這種忽略評量本來所應具備的診斷性與指導性及治療性的機能而僅表現其管理性機能的一面，當然很容易引起學生的強烈忌避反應。如同醫療上須有診斷一樣，教學上也必須有評量，如果評量的機能呈現負效果則表示此種評量缺少了指導性與治療性機能。評量如果能做爲診斷學生的學習成就的同時可做爲教師教學法的診斷，反省與教材適當性判斷資料則不會產生負效果。

評量的目的在於了解教學的效果，檢討教學法與根據評量的結果，改進教學過程。教學過程中的評量結果，如發現教學上的問題存在則必須採取適當的教學指導上的對策，以求達到預期的教學效果。評量的價值就在這裡。

#### (C)教學後的評量(總括性評量 Summative Evaluation)

單元教學終了之後，爲了解學生對於單元內容理解的程度，概念形成的程度及達成行爲目標的程度需要總括性的評量(Summative Evaluation)。

總括性評量就是在某一區段教材的學習或某一期間的學習之後，爲確認其學習的內容或培養的概念與能力的評量。

藉形成性評量確認每一小節所學習的基礎概念與基本能力進行教學，到最後形成完整基本概念，獲得問題解決的能力與技能。評量這些將每一小節所學習的知識與能力加以融合成爲完整的學力的程度就是總括性評量的目的。學生可藉此種評量；獲得學習的反省資料。有些學生由此可得自信，而加深其學



習的欲望。有些學生由此補救加強其學力不足的地方。總括性評量同時也可培養學生本身評量的能力。此種評量可幫助學生對於所學的加以自己評量。由教師提示評量的例子，提供自己評量的資料給學生，讓學生自己評量也是教學上重要的評量機能。

教學後的評量可提供為判斷學習指導方法是否適切的資料，因此必須採用有數據記錄的評量方法。通常以紙筆測驗（Paper test）或報告（Report）為教學後評量的常用方法。

總之，學生學習成就評量除學校所排定的定期筆試以及各單元所附習題的評分外，在教學過程中應評量學生的發問，回答討論等方面的表達及思考能力，求解的熱忱，踴躍參與的程度。在實驗教學中應評量學生的操作、觀察、記錄、綜合及判斷等方面所表現的能力以及求真、求實的程度。

筆試之內容應依據教學目標及教學單元的學習行為目標命題。將欲考核的教材內容，按照記憶、理解、應用、分析、綜合、評鑑等不同知識層次與學生的程度，做合宜比重的分配，製作富有思考性的評量問題。題目不宜過深以免造成學生在學習成就上的挫折感。評量時對於科學態度的表現也應予以評量，作為平時成績的一部分。

配合國中自然科學新教材，教師如能以正確的教學目標引導，設計良好的教學活動，並以適應學生能力，符合學生需要，靈活運用的各種教學媒體，配合形成性評量，推進行動活潑的教學，則必能獲得良好的教學成果，提高科學教育水準。