



第六章 問題導向學習在大學課程的應用

—以「自然科學概論」為例



楊坤原

中原大學教育研究所 教授兼通識中心主任



壹、前言

欲使處於此一知識經濟與資訊時代的學生能面對生活與職場的需求，學校教育除需幫助學生能有深入、完整的學習以獲得必備的知識外，尤應特別著重於發展其彈性應用知識於發展、探究（inquiry）和解決生活中的實際問題、批判性思考（critical thinking）等高層思考（higher order thinking）技能和團隊合作的能力（Duch, Groh, & Allen, 2001；Hmelo & Evenson, 2000；Trop & Sage, 2002）。在教育部近年所研擬的《技職教育白皮書》（教育部，2000）中也指出，技職校院需提供學生所須的教學環境，以發展學生的核心能力與解決問題的能力，以便符合 21 世紀新科技的趨勢與創新研發工作的需求。雖然過去常用的講述式教學可提供學生豐富的專業知識，但往往缺乏足夠的時間讓學生進行思考與主動探究，因而造成其只會記憶而無法了解或應用知識之缺憾。因此，如何設計適合的教學環境以達成教育改革的目標，實為當務之急。

環顧晚近各種教學模式，「問題導向學習」（Problem-Based Learning，簡稱 PBL）可謂符合當前教育改革目標的一項理想選擇（Donham, Schmieg, & Allen, 2001；Duch et al. 2001）。PBL 係於 1960 年代中期由加拿大的醫學教育者 Howard



Barrows 所發展，旨在讓醫學生透過小組合作與自主學習，應用臨床推理技能以解決實際病例（Albanese & Mitchell, 1993；Barrows, 1996）。自發展迄今，PBL 已陸續在各國的各級教育與不同學科領域中實施（林淑慧，2003；賴明亮，2002；Boud & Feletti, 1997；Duch et al., 2001），並在學生的認知、思考、社會技能與學習態度各方面產生正向的效果（Allen, Duch, & Groh, 1996；Donham *et al.*, 2001, Duch et al., 2001；Huber & Moore, 2001），因而逐漸獲得學者和教師的青睞。值此國內積極謀求以創新教學來促進學生專業知能的學習成效之際，學校教師若能熟悉並落實 PBL 的教學於教室之中，應可有效促進學生的學習成效。



貳、問題導向學習的基本概念

PBL 的意義可由多個面向來加以解釋。Barrows 和 Tamblyn（1980）將 PBL 定義為使學習者朝向了解或解決一個問題之工作過程來進行學習的歷程，包括讓學生先遭遇問題、呈現問題情境、小組成員應用知識和推理能力開始解題、學生主動確認學習內容並據之以引導個別化研究、將過程經歷所獲得的知識和技能再用於解題、呈現與評鑑學習結果等典型的 PBL 所含之數個步驟。一些學者將 PBL 視為以真實世界的問題為中心來設計的課程模式，以學生為中心且將學習置於問題之上的一種情境化的學習與教學策略（Delisle, 1997；Fogarty, 1997；Trop & Sage, 2002）。雖然 PBL 較常被視為一種教學方法，但 Barrows（1986）指出，PBL 並非指稱某一種固定的教學法，其意義會因教學設計與教師所具有的相關教學技能之差別而異。不同的研究者或教師在採用 PBL 時，或因考慮現實的教學情境，或因不熟 PBL 的一些教學策略，因而修飾 PBL 的部分執行步驟，使 PBL 的意義與功能也隨之改變。但若從課程與教學相互依存的關係、「課程是學習者的經驗」之論點、PBL 研究文獻的內容觀之，PBL 應可兼作教學、學

習和課程設計等三方面的策略、方法或模式。唯有如此，才能充分顯示 PBL 在教育上的多元意義和實用性。

綜合多位學者的觀點，PBL 的主要特徵，包括下列幾項：

一、以結構模糊（ill-structured）的問題作為課程組織中心和學習情境

PBL 最主要的特徵是圍繞結構模糊的問題為中心來組織課程和學習情境，開啟整個教與學歷程，作為刺激學生的學習、引導其探究而發展未來實務所需的專業知識與解題技能之工具（Barrows, 1996；Gallagher, Stepien, Sher, & Workman, 1995；Savoie & Hughes, 1994）。學習者在面對結構模糊的問題時，需主動搜尋訊息以了解問題情境，並據以決定所需採取的解題行動。一個設計良好之結構模糊的問題應能引人注意、以真實情境為背景，具複雜的、開放式性質，可與學生的經驗相結合並能引起動機，學生須經團隊合作方能成功地獲致解答或結論（Duch, 2001；Schmidt & Moust, 2000）。

二、學習者扮演問題持有者（stakeholder）的角色

PBL 是一以學生為中心的教與學模式，學生是一位擁有問題所有權的主動學習者和解題者，可依問題的本質和可用的資源自行確認學習的範圍與獲得解答所需的訊息和條件，透過自我引導的學習（self-directed learning [SDL]）來追求意義和了解（Barrows, 1996；Savoie & Hughes, 1994）。在每個所遭遇的問題中，學生都會被賦予一個特殊的角色，並將之置於與未來職場相似的情境中，以使其認識各種領域的解題方法與觀點，並促成其對新舊知識的關聯、特殊解題策略的重要性與如何再應用等的反省（Gallagher & Stepien, 1996；Hmelo & Ferrari, 1997）。



三、教學者擔任認知的教練

不同於傳統教學中扮演知識的散佈者之角色，教學者在 PBL 教學過程需擔負課程設計者、學生的學習夥伴或合作解題者、學生學習的支持者和指引者以及學習結果的評鑑者等多重責任（Arambula-Greenfield, 1996；Trop & Sage, 2002）。除設計 PBL 活動外，教學者也需建立自主學習的課堂氣氛，提供必要的資源以幫助學生澄清問題或迷思，以發問來挑戰思考並指引小組合作，促進學生的探究、討論和反省，並針對個人與小組表現給予評鑑和回饋。質言之，教學者在 PBL 過程中係透過診斷、監控、發問和示範來顯露學生的思考並促使其獲得深層的了解，藉由調整 PBL、角色扮演、監控學生的參與來管理 PBL 的過程，使用持續於過程中的評量來判斷學生的學習進程與結果（Trop & Sage, 2002）。

四、鼓勵小組合作學習

在 PBL 的學習歷程中，為了顧及各人不同的學習風格或興趣、共享學習的歷程與成果和體現職場上團隊工作的實況，於是採用小組合作學習的方式（Glasgo, 1997）。透過小組合作的結構，可分散小組成員的認知負荷，使小組成為一個共同體，分別利用各人所具的知能和對問題模糊性之不同容忍度，一起努力來處理超越任一成員的知識或技能所及之複雜問題。分工合作也可利用小組的分散式知能，使每位小組成員在劃分學習議題時，都能成為特定主題的專家。再者，小組討論可鼓勵個人協調不同的觀點，促進推理與建構知識之高層思考技能，亦可使成員在無法說服他人接受自己的想法時，能說出自己的見解和立場（Faidley, Evensen, Salisbury-Glennon, Glenn, & Hmelo, 2000；Kelson & Distlehorst, 2000）。這些認知層面的功能，也都是 PBL 能有效增進學習結果的因由。

五、採行多元化的評量方式

PBL 的評量目的在展現學生的能力、回饋學生與提供教師關於課程效能的回饋 (Glasgo, 1997)，因此評量必須融入 PBL 的教學之中，以引導整個學習過程的進行。這種和教與學過程並行且具真實性之持續性評量(ongoing assessment)或嵌入式評量(embedded assessment)的用意，即為顯示和記錄學生在學習歷程上的各項表現，供學生和教師隨時的回饋，以對其教與學作出必要的調整 (Delisle, 1997；Trop & Sage, 2002)。

許多研究者傾向於依評量的領域而將 PBL 的評量分為「內容」(訊息和知識)、「過程」(方法與技術)與「結果」(智力與具體的產物)三大類(Glasgo, 1997；Hsu, 1999；Swanson, Case, & van der Vleuten, 1991)。若依執行評量者的不同，則可分為學習者自我評量(self-assessment)、同儕評量(peer assessment)和由教師進行評量等形式(Allen et al., 1996)。然無論評量的領域與執行者為何，各研究者均建議使用多種評量方式(Hsu, 1999；Swanson et al., 1991)。



參、問題導向學習的理論基礎

從 PBL 的起源和相關文獻的整理，可知 PBL 的發展係以下列幾個相互關聯的哲學與認知取向的學習心理學理論為基礎。

一、杜威的實用主義 (Deweyan pragmatism)

PBL 的理論基礎可溯自杜威的實用主義。舉凡開放的探究、以活動為基礎、培養獨立學習、以問題作為學習的起點、使學校的學習與生活經驗產生關聯、透過真實世界的解題來整合教與學、學習需根據學習者的興趣來加以組織、知識只能在其所產生的情境中才能獲得充分的了解等多項主張，均對 PBL 的發展產生重要影響 (Delisle, 1997；Rudolph, 2000；Trop & Sage, 2002)。依杜威的觀點，

經驗發生於世界中，是由學習者及其周遭環境中的事物、情境和事件間不斷互動和參與所組成。教育的中心目標是幫助學生使其生活中充滿有價值的經驗。經驗是一種思考和意義的行動，在解決一個問題時，對解題結果的預期可驅使和維持此一解題經驗的發展。學習者若能了解其所遭遇的問題，與其處理該問題之過程有何關聯，則解題行為與其所處理的問題就會產生意義。知識是解題的工具，知識的獲得與周遭事物和環境密切相關。若以先前經驗作為解決新問題的基礎，則由解題之成敗，學習者便可以之作為改進先前經驗的依據，促進經驗與知識的更新（高廣孚，2000；Dewey, 1916）。

杜威認為教學重在思考的訓練，需讓學生涉入感到興趣的真實問題情境中來處理問題、刺激思考、提出解答與應用，方能激發或喚起其教育性的經驗（高廣孚，2000；Wong et al., 2001）。PBL 以學生為中心，強調以結構模糊之真實性問題作為學習的開始，透過解題來刺激學生的思考，培養學生具實用價值的解題技能與知識，可謂符合杜威之實用主義的原則。

二、認知建構主義與社會建構主義

教室中的學習涉及個人的主動建構並經由與所處環境中其他資源的互動之社會建構兩個層面（Tobin & Tippins, 1993；Trop & Sage, 2002）。Piaget 的認知論主張，知識是由學習者以基模（schema）為基礎，不斷地透過同化（assimilation）與調整（accommodation）的認知歷程，主動建構而成（von Glasersfeld, 1989）。Vygotsky（1978）則指出，人類心智能力的發展是社會互動與社會經驗的結果。學習者從簡單的心智功能轉化到高層心理歷程，都是利用語言與文化中其他人進行溝通、分享等社會性交互作用，再由此互動所習得的訊息來進行思考與學習。因此，學習環境中的文化不僅提供學習者發生學習的環境，社會中由人、事、物交織而成的結構對學習者心理功能的結構，具有決定性的作用（Vygotsky，

1978)。

在 PBL 的學習歷程中，學生被處於問題情境中，由此激起學生對知識的好奇並使用先前知識、建立問題空間、搜尋資料、重建心智模式等認知與對整個過程之後設認知（metacognition）檢測等過程，故其具有讓學習者應用各種訊息資源來建構知識的機會。而因 PBL 讓學習者處於文化脈絡的社會系統中來從事小組合作與自律學習，顯示 PBL 同時兼具社會建構論的色彩（Dods, 1997；Hmelo & Evenson, 2000；Schmidt & Moust, 2000；Trop & Sage, 2002）。

三、訊息處理（information processing）理論

許多學者均採訊息處理的認知心理學觀來解釋 PBL 模式所造成的學習成效（Dods, 1997；Hmelo & Lin, 2000；Schmidt, 1993）。根據訊息處理理論，人腦猶如訊息處理器，訊息自外在環境透過接受器（receptors）進入訊息處理器後，在感覺記錄器稍作停留後，被加以注意的訊息會到達工作記憶（working memory）或短期記憶（short-term memory）。經過編碼過程後，短期記憶中的訊息會轉變成適當的形式，送到長期記憶（long-term memory）中做永久的儲存。

長期記憶中所存的訊息是日後學習的基礎，外在環境所提供的線索有助於長期記憶中的知識檢索，活化存於長期記憶中的相關訊息，可促進新舊知識的聯結，使之能遷移至相似的情境（Gagné, Yekovich, & Yekovich, 1993；Hmelo & Lin, 2000；Schmidt, 1993）。在進行 PBL 的學習歷程時，學生需先討論問題，其目的即在幫助學生活化先前知識，促進知識的精緻化（elaboration），甚而導致知識的調整與重建（Schmidt, 1993）。

四、情境學習（situated learning）理論

Lave 和 Wenger(1991)提出「合法周邊參與」(legitimate peripheral participation) 的論點來說明個人透過與實務社群（practical community）中其他成員的互動、



交談與討論，逐漸獲得責任感和歸屬感，終而達到完全參與的歷程。一個實務社群包括參與其中的人、所進行的社群活動和所處的社群文化等成分。實務社群是發生與進行學習的環境，透過社群文化的塑造，每個實務社群中的成員均扮演不同的角色，同時也賦予社群活動的意義和價值。學習是發生在一個參與架構而非在個人的心智中，是一個需以各個參與者的觀點為媒介而進行的過程，分散於各參與者之中而非集中在個人的行動，故實務社群才是專家與生手相互傳承與學習的主要場地（Lave & Wenger, 1991）。

根據情境學習的原則，教師應提供以學習者為觀點的「學習課程」（learning curriculum）並透過引導性的參與，使學習者在日常生活的實務中接觸、使用並組織各種學習資源進行學習，獲得處理未來生活中可能面臨之複雜問題的能力。PBL 十分重視以問題情境作為課程組織與學生學習的情境，企盼學生在與未來可能遭遇的問題相似之情境下所習得的知能，可真正地用於實務的情境中。

五、合作學習（cooperative learning）理論

在 PBL 模式的學習歷程中，小組合作學習是最主要的一項策略（Evensen & Hmelo, 2000）。依 Slavin（1995）的觀點，合作學習是一種有結構、有系統的教學策略，教師在實施合作學習時，需將不同能力、性別等背景不同的學生，以四至六人組成一個異質性的小組，共同學習新知和分享經驗，一起接受合作後所獲得的成果與獎賞。學者指出，合作學習的設計可讓學習者具有正向互賴的（positive interdependence）積極目標，促進成員間的正向互動（positive interaction）、追求個人績效（individual accountability）、運用各項社會技巧（social skills）和小組動力（group dynamic）完成任務，並能激發學習者的自省和提供回饋（Johnson & Johnson, 1989）。

PBL 的設計與目標之一，即在結合團體探究（group investigation [GI]）於小

組學習歷程中，藉由上述合作學習的各項要素，達成教學目標（Delisle, 1997；Trop & Sage, 2002）。

六、後設認知理論

「後設認知」意謂一個人對自我的認知過程與結果的覺知與自我調整（self-regulation），涵蓋認知的知識（knowledge about cognition）（或稱後設認知知識）與認知的調整（regulation of cognition）兩部份（Brown, 1987；Flavell, 1987）。認知知識是指人們對自我認知歷程的知識，包括對人的認知、任務性質和認知策略的知識；認知的調整是由用來調整和監控各項學習的活動（如規劃、測試策略和評估結果等）所組成。研究顯示，學習表現良好的學生能主動監控自己的學習行為，因應不同的任務情境選擇合適的解決策略並評估自己的學習結果（Glaser, 1991）。

在 PBL 的情境中，學生可藉由學習議題的選定、行動策略的規劃和對學習成果的自評與互評等自我引導學習的過程而應用和發展自己的後設認知技能。此外，教師於 PBL 扮演認知教練，透過適時的發問引導學生反省學習歷程表現，亦有助於提升後設認知的表現（Gijssels, 1996）。



肆、問題導向學習的實施

PBL 教學模式的特殊之處，在於其能將各種教學方法或策略作出適當之組合。在衡量必要的教學技能、對 PBL 的熟悉程度、教學的設計、可行性和所需的時間等因素後，教師將可依其需要而採行經過修飾的 PBL 教學模式，以達成不同的教育目標（Barrows, 1996；Trop & Sage, 2002）。為使教師能依教學目標而採行適切的 PBL 教學模式，Barrows（1986）建議可由「問題的設計與格式」（模擬真實情境的程度）、「學習過程由教師或學生來引導的程度」（以教師為中心、



以學生為中心、混合)與「提供問題和獲得訊息的方式」等三個層面來設計 PBL 的教學。Duch (2001) 則依提出以「班級大小」、「學生的智力成熟度」、「課程類型」與「學生可擔任同儕導師的可行性」等因素作為規劃 PBL 教學之參考。可見, PBL 教學模式固然有其核心特徵, 但仍具有彈性調整的空間。教師在執行 PBL 的教學前, 務必對各項現實條件的限制與教學目標的要求之間有過一番深入的思考, 方能設計出最恰當的 PBL 教學模式, 而展現其特色。

自 Barrows 及其同僚提出 PBL 的教學模式後, 不同的實施機構已陸續發展出符合所需要 PBL 教學模式 (Armstrong, 1991; Barrows, 1996)。洪榮昭 (2004) 曾依學生自學、小組討論、與教師討論和全班討論等主要流程的次序, 將 PBL 的運作方式加以區分。Duch (2001) 則將以實施的各類 PBL 加以歸納, 而將之分為下列四種類型:

一、醫學院模式 (medical school model)

醫學院的教學一般都是由八至十名學生與一位導師組成教導小組 (tutorial group), 由導師引導小組解題或討論。本模式很少或沒有正式的上課, 而是由小組安排會議時間以討論各項蒐集所得的資料。因傳統的醫學院或大學之班級學生人數較多, 故本模式雖也符合以學生為中心的設計, 但除了書報討論形式的課程外, 未必適合其他的教學。

二、走動的促進者模式 (floating facilitator model)

在較大的班級中無法在每個小組都配置一位導師來引導討論、答覆問題和確保學生的參與, 每組學生的人數應限制為四至五人, 且除了部分的上課時間被用於個別的小組討論外, 其他的時間則由導師提供微講述 (minilectures)、進行全班討論、由各小組向全班報告個別討論的結果與問題解答之呈現與答辯等活動。此模式之特色為小組討論時, 由一位導師扮演「走動的促進者」而穿梭



於各小組間負責提問並探知學生的了解情形。因容納各種學習活動於教學過程之中，故可符合不同學習風格的學生之需。

本模式的典型程序由導師向學生介紹問題並提供與問題相關的若干學習議題（learning issues）後開始。各項學習活動包括：（一）說明整個活動進程的安排與時限。（二）小組成員針對所確認的學習議題之各項發現進行討論，並將導師提供和小組討論而得的所有議題加以排序。在此時段，小組中的學生彼此教導，導師則巡迴各小組間提問、指引討論和檢查學生對議題的了解。（三）每組向全班報告他們認為最重要而優先探討的學習議題與小組的研究所得。（四）當各小組已產生一些學習議題，並對這些問題所作的研究加以討論，則導師便可選擇大部分小組都認為重要的議題當作學習焦點，進行全班討論。（五）在經歷全班活動後，導師可重複回到個別的小組工作過程，讓學生在聽過其他小組和導師的報告與指導後，重新評鑑他們原先所提的學習議題。這種小組討論搭配全班活動的循環性做法，可幫助導師隨時掌握小組如何進行學習與學習內容，也可調節各小組間的進程，不致有太大的落差。

三、同儕導師模式（peer tutor model）

在班級較大而無足夠導師可分配於每一小組的情況下，同儕導師可用以分擔導師所負之引導和監控小組學習的責任。此時，每位同儕導師可擔任二或三組之流動的促進者，執行如同上一個模式般的教學任務。為顧及同儕導師的指導能力，使用本模式時，需先寫好預備提出的問題與和學生對話的可能腳本，供同儕導師於巡迴各組時運用之。由於同儕導師可使小組和解題過程變得更為順暢，可促進小組學生的參與和反應，協助導師執行教學任務並提供回饋，故此做法仍可確保每個小組均能有效地達成教學目標。

四、大班級教學模式（large class model）

與其他模式相比，本模式適用於較屬以教師為中心的班級結構。使用此模式仍需由同儕導師或教學助理來擔任流動的促進者，提供學生必要的支持，指引小組討論和班級經營。在大班級中執行 PBL 教學時，導師扮演討論的領導者，要求學生討論由導師所提出的疑問、安排各學習議題的先後順序、報告結果、分享資源和發問等活動。此外，導師要採取多種教學策略以挑戰學生，助其發展批判思考和溝通等技能，並支持他們接受來自同儕的挑戰。在大班級模式中，導師要善用微講述、全班討論和小組討論等教學活動的循環性。雖然導師所負責的工作與其在流動的促進者模式中有點類似，但基於循環性的設計，他必須限制和安排小組進行個別的小組討論之時間，而在其間穿插全班討論或微講述，以增加每位學生參與的機會。

雖然各研究者設計之 PBL 學習過程所劃分的階段與組成步驟均不盡相同，但經比較和分析後，仍可尋見其間的相似之處（Barrows, 1985； Delisle, 1997； Hmelo & Ferrari, 1997； Huber & Moore, 2001； Stepien & Pyke, 2000； Stepien, Senn, & Stepien, 2000； Trop & Sage, 2002）。這些具共同性的步驟依 PBL 學習的順序，共有下列幾項：

一、呈現問題

教師須先向全班介紹課程目標與內容，再將學生分成幾個異質的合作學習小組並經小組協商分配小組成員的責任。接著，教學者將一個定義模糊、能引起興趣與注意的問題，呈現給各小組的學生。這是 PBL 與其他以問題為中心的方法的主要差別之一（Albanese & Mitchell, 1993）。

二、小組進行解題規劃

教學者透過發問，要求各小組的學生經由腦力激盪而提出意見、澄清和界定題目中所提供的訊息，藉此幫助學生確認已知和需要求知的訊息，以發現和



提出各小組一致認同的學習目標和需進一步探究的一些學習議題，並將這些議題依重要性排出優先順序。這些所建立的學習議題猶如其他學者所謂之假說（working hypothesis）（Delisle, 1997；Fogarty, 1997），會隨著持續探究的過程和從中所發現的新事實，而有所修改或變得更為精緻。之後，學生便需決定探究過程所要採取的策略。一些學者（Delisle, 1997；Ram, 1999）曾使用一個含有「事實」（facts）、「想法」（ideas）、「學習議題」和「行動計畫」（action plan）四個欄位之表格，協助小組中的學生列出對問題已知的事實、有待探究的未知部分和提出各種關於問題的想法，進而確定供作自我指引研究的學習議題與行動計畫。簡言之，此步驟主要在確認學習議題、決定學習目標和探究策略。

三、自我引導學習

每位學生在選定各自負責的學習議題後，便開始從網際網路、光碟、教科書、論文、教師和學者專家等學習資源收集訊息以進行自我指引研究。此時，學生需將其所使用的文獻或資料之內容分析與評論加以整理，以便於再次回到小組時，能與其他小組成員分享。教學者於此時可視情況需要，提供引導性的發問或介紹基本的資料分析方法，以幫助學生分析和整理資料。

四、回顧學習議題

根據在自我指引研究時所了解的新訊息為基礎，學生可批判並修正原先所列的學習議題或假說與探究策略。有學者將此步驟稱為重述問題（Fogarty, 1997）或重複學習（Gallagher et al., 1995），並將之視為區別 PBL 與其他學習方式的另一特徵。此步驟旨在將各人自我指引研究所得的訊息再應用到原來的問題上，這種重複性的作法，可驅使學生執行分析資料、自我指引研究、知識的再應用、批判先前表現等歷程，有助於發展其後設認知技能（Barrows, 1985）。

有些研究者所設計的 PBL 模式中並無安排學生個人進行自我指引研究的步

驟，而是模仿拼圖的原理，先以小組合作方式收集資料，之後將每個小組打散，再各由每個小組中的一個成員重新組成新的小組，藉此達成訊息的收集與分享的目的（Trop & Sage, 2002）。

五、決定最合適的解答

學生總結和整合此刻所獲得的訊息，在各種可能的選擇中，依據一些標準或原因，決定一個最合適的解答。

六、展現結果（解答或成品）

各小組透過口頭報告、書面報告、視聽媒體展現、召開會議或論壇、戲劇等方式，將所決定之結果或解答展現給全體師生。在展現的內容中，學生需將整個執行過程、內容、發現的結果與方法以及所得的結論等，作一清楚的說明和溝通。透過其他小組和教學者對所展現之結果的詢問、質疑、討論或建議，可促進學生回顧或擴展其想法，而對解題過程有新的洞見。

七、進行評鑑

包括自我評鑑、小組互評與教師評鑑等項。在小組展現結果或解答後，每位學生需就推理或解題技能、解題過程所需的知識、自我指引研究的技能、對小組的貢獻等幾個方面進行自我評鑑和小組互評並與小組成員一起討論。為達真實性評量的目的，結果的評量需依教學者或教學者與學生共同發展而得的評分指標，針對內容、展現結果的技能、小組合作和解答的適切程度等，以多元評量或學習檔案的方式行之。

伍、問題導向學習的評析

許多學者從學理與實徵研究結果指出，PBL 對學生學習的各層面均具有正向促進的功能，包括活化學生的先備知識、促進知識的精緻化和建構、有助於學習結果的保留與遷移、激發學習的內在動機、發展專業與終身學習必備之自我引導學習的後設認知技能、培養解題與高層思考技能、促進主動參與及小組合作等項（Bridge & Hallinger, 1992；Dolmans & Schmidt, 2000；Hmelo & Ferrari, 1997；Norman & Schmidt, 1992；Savoie & Hughes, 1994；Schmidt, 1993）。

由國內外採用 PBL 模式之問卷調查結果發現，教師們大都對 PBL 的課程設計與教學模式持有肯定、正向的態度，認為其優於傳統教學（梁繼權、李明濱、呂碧鴻、楊培銘和謝博生，2001；Rosing, 1997）。依教師的觀察所得，PBL 課程在提升學生的學習興趣（李世代，1997；Savio & Hughes, 1994）、發展低學業成就知學生的信心和自我評價（Ryan & Little, 1991）、促進整合資料的能力（李世代，1997；Fansworth et al, 1988）、推理能力（Fansworth et al., 1988）、激勵學生正向的學習態度和班級參與（賴明亮，2002；Vernon & Blake, 1993）、促使學生彼此分享思考的內容（Savio & Hughes, 1994）、有效進行小組合作（Groh, 2001）、幫助學生聯結跨領域知識（Groh, 2001）、使用教科書和其他資源（Groh, 2001）等方面，均有明顯的功效。

除教師外，大部分接受 PBL 教學模式的學生對之也都具有高滿意度（李世代,1997；Donham, Schmieg, & Allen, 2001；Groh, 2001）。根據課後所實施的問卷調查得知，學生認為採用 PBL 設計的科學課程具挑戰性且可激勵學習動機，促進科學知識的了解、保留和遷移，鑑賞解題的創造性，獲得學習的自主權，提供學生個人動手做科學的機會，並有助於發展人際與團隊互動技能、獨立研究、學習思考和解題技能、自我引導學習等知能以及做科學研究的興趣



(Ahern-Rindell, 1999 ; Donham et al., 2001 ; Fansworth et al, 1988 ; Groh, 2001 ; Ryan & Little, 1991)。一些學生指出，PBL 科學課程使用實際個案或真實世界的情況作為問題來刺激學習，可使學習結果與真實世界相關連，增長其應用知識以解決其他問題的信心 (Ahern-Rindell, 1999 ; Allen et al., 1996 ; Fansworth et al, 1988 ; Ryan & Little, 1991)。透過小組合作過程可讓學生在學習社群進行學習，發現同儕所具有疑問與問題，隨時與他人分享科學概念，具有嘗試與詮釋想法的機會，故學生認為小組合作比個別或競爭的方式更有助於科學解題的成就，且比一般的教學更具意義，可促進科學知識的整合和激發學習動機 (Ahern-Rindell, 1999 ; Fansworth et al, 1988 ; Groh, 2001 ; Ram, 1999)。

由比較以傳統與 PBL 模式實施教學所得之教學成效的實徵研究發現，接受 PBL 模式教學的學生在自我引導學習 (Dolmans & Schmidt, 2000)、科學概念的理解 (Dochy et al., 2003 ; Dods, 1997)、解題策略與推理過程 (Hmelo, Gotterer, & Bransford, 1997)、專業知識和技能的遷移 (Dahle, Forsberg, Svanberg-Hard, Wyon, & Hammar, 1997) 與對學習環境的態度 (Bridges & Hallinger, 1992) 各方面均有較佳的表現。晚近的一些後設分析 (meta-analysis) 則發現，實施 PBL 的醫學生在醫學臨床考試 (Albanese & Mitchell, 1993)、臨床表現與對課程的態度 (Vernon & Blake, 1993)、學科專門知識的應用 (Dochy, Segers, van den Bossche, & Gijbels, 2003 ; Smits, Verbeek, & De Buissonje, 2002) 等方面的成就，均顯著優於他們其他接受傳統教學的同學。但也有其他學者發現，兩組學生在臨床表現和學科知識的學習上，並無顯著差異 (Berksonm, 1993 ; Colliver, 2000)。國內對 PBL 的教學成效所進行的統合分析則發現，相較於學科本位教學，PBL 對學生的學習成就、學習態度和解題能力，均有顯著正向的影響 (曾婉宜、楊坤原，2007)。究竟 PBL 對專業知識學習的成效為何，迄今尚未獲得結論性的答案，而有待更

多研究來加以確定。



陸、教學實例

因篇幅所限，本文以曾實際應用於「自然科學概論」之「環境與生活」主題的 PBL 課堂教學為例來加以說明。本課程在實施 PBL 教學之前，即先由任課教師、一位曾實施過 PBL 教學的科學教師和一位科學教育專家共同擬定整個課程的目標與進度、教學內容、評量標準，並設計供學生進行探究的問題（problems）。為使學習的內容能涵蓋教材中的關鍵科學概念（key science concepts），也能統整教材中不同單元的跨領域學科知識，在問題設計前，須先針對教材內容進行概念分析（本問題涉及的關鍵概念包括生態系、溼地、瀕臨絕種、環境保護、環境污染、植物相、動物相等），在將之融入問題的設計中。問題的設計需配合學生的認知能力與先前經驗，儘量以生活中所發生的真實問題為情境，採結構模糊的問題設計，以引起學生的重視，激發其學習動機（Trop & Sage, 2002）。茲提供本課程所設計的問題如下，以資參考。

位於台灣西南沿岸曾文溪出海口的七股濕地屬於河口生態系。東帝士、燁隆集團於民國 83 年提出「台南縣濱南工業區開發計畫」，準備在七股濕地設立石化綜合廠大煉鋼廠。此一開發計畫如果實現，將可帶動七股鄉的經濟發展而改善鄉民的生活。然而，為了保護此棲息之瀕臨絕種的國際保育鳥類—黑面琵鷺和環境生態，於是有立法委員、生態保育聯盟與反對設置石化廠與煉鋼廠的相關人士，聯合發起反制行動，迫使台南縣政府便暫停開發計畫，著手進行環境評估。

不同人士對經濟發展與生態保育何者為重，始終存有爭議。假如你們是接受台南縣政府聘任的專家顧問小組，請你們在調查當地的生態環境後，再以客觀公正的角度，由環保、法律、經濟... 各個面深入分析與綜合討論，提出一份完整的報告，以便向台南縣政府、七股鄉民及其他社會大眾說明工業開發與環保二者之間的利弊得失，並提供一個合適的解決策略，以便早日平息爭議。

在完成前置準備事項後，便可依據所擬定的 PBL 教學流程開始進行教學。



本課程在第一堂課，發給每位學生一本「PBL 學習手冊」，並依手冊內容向學生說明 PBL 的教學目標、學習步驟、學習單元指引、各次上課的活動內容、各項學習輔助表格（問題規劃表、小組學習計畫表、資料收集紀錄表、小組會議紀錄單、學習成果自評表與小組互評表）的使用方式和注意事項。之後，便依學生的背景（不同院系）進行異質分組（每組 6 人）。接著便開始進行 PBL 的歷程（本次所設計的 PBL 課程共有 3 個學習單元，每個 PBL 單元為期 6 週）。

（一）呈現問題

任課教師將上述問題以 Powerpoint 呈現給全班學生。在讀過問題後，教師先邀請全班學生自由發表與本問題相關的見聞或經驗，藉以引導學生進入問題，建立與問題之間的關聯。此外，教師也提供一頁中國時報的相關報導及網路上的黑面琵鷺簡介，作為參考資料，促進學生了解問題的真實性及其與生活的關聯性。

（二）小組進行解題規劃

教師請學生利用 PBL 學習手冊中的問題規劃表，依表中待填的各個項目（「已知道的事實」、「想知道的學習議題」和「準備採取的行動計畫」），透過小組腦力激盪的方式逐一完成。此時，老師可巡行各組，引導不清楚如何進行的小組。待各小組均完成後，再依小組學習計畫表進行任務分工與進度估計，準備開始下個進度。

（三）自我引導學習與小組討論

各組學生經小組協商與工作分配後，每個人均選擇一項小組共同擬定的學習議題，開始利用課堂與課外時間，透過各種資料（線上、書籍、期刊、專家諮詢）的搜尋（記載於資料收集紀錄表中）、閱讀與分析，整理出個人自我學習的心得，並將之作成摘要，於小組討論時提供其他組員參考。小組發言的內容，

需扼要寫在小組會議紀錄單上，以便討論時參考之需。在小組討論時，教師也應巡迴各組，並適時提出疑問，引導各小組思考，或助其解決組員間的爭議。在此同時，教師也採用事先設計的評分表（rubric），根據學生的表現進行學習歷程的評量。

（四）回顧學習議題

小組在討論每個學習議題的自我引導學習結果後，必須回顧小組原先所提出的學習議題是否足以解答小組當初所提出的學習議題。必要時，可向教師建議延長資料蒐集時間。

（五）決定最合適的解答

當小組經協商而獲得共識後，即可決定該小組認為最合適的解答，依問題情境的要求，提出一份報告書作為小組探究的成果。此時，小組也須決定要採用何種方式來展現這份結果。

（六）展現結果

在本課程中，學生大都會以 Powerpoint、海報等媒體進行口頭報告。也有小組採角色扮演的的方式，以戲劇來呈現報告的內容。各組在展現結果後，還須接受來自他組學生與教師的發問，並逐一回答。此時，教師也採用另一份評分表，針對學生的口頭報告進行評量。

（七）進行評鑑

最後的一節課，教師除總結學習單元內容外，將要求各組學生使用學習成果自評表與小組互評表進行個人學習成果的自我評量與組員間的相互評量。教師再收集學習歷程的各項表格、評分表、自評和互評資料，結合小組展現的成果與考試成績，依比例核計學生整體的學習成就。

柒、結語

如何培養具備專業知能與終身學習能力的現代公民以提升國家的競爭力，實為當今世界各國教育共同追求的目標。為提供合適的教學環境與策略，達成這一波教育改革的理念，教育研究學者與學校教師應共同合作，開發符合學生所需的教學模式來造就優質人才。在此情形下，PBL 因其理念、目標與功能，遂獲得各國教育研究與實務者一致的重視和推薦。

PBL 的發展始自國外的醫學教育，具有堅實的理論基礎。由 PBL 的幾項主要特徵來看，可知其能符合當前認知心理學與教育學界所倡導的主動建構、合作學習、情境學習與後設認知等重要理念，足以確保其在提升學生在認知（專業知識）、技能（探究技能、社會技能）和情意（學習態度、動機）等學習成效的功能。此外，PBL 的教學或學習歷程的設計具有若干的彈性，教師可依其教學情境和學生背景的實際需求，參考 PBL 的幾項重要步驟，自行設計適合的教學。雖然 PBL 的教學看似繁複，但由國內外實施 PBL 後所發表的文獻得知，大多數經歷 PBL 的師生均對其表示肯定與支持，可說是一項值得嘗試的創新教學模式。

國內外以往的 PBL 教學多以醫學教育為範疇，為使 PBL 能適用於國內其他領域的教學，未來亟需由學校的教師、行政人員和研究者共組研究團隊，透過合作探究（collaborative inquiry）（Bray, Lee, Smith, Yorks, 2000；Heron, 1996）等方式，因應各學科領域的特質，開發各種 PBL 教學模式，擴展 PBL 的教學成效，使每位學生都能成為符合時代需求的優秀人才。

參考文獻

一、中文部分

李世代 (1997)。教師對問題導向學習之態度與意見。**醫學教育**，1 (1)，86-88。

洪榮昭 (2004)。問題導向學習 (PBL) 的教學策略。**教師天地**，128，45-48。

林淑慧 (2003)。問題本位學習法在遠距教學環境的應用—理論探討與實例說明。

技術及職業教育雙月刊，74，50-54。

高廣孚 (2000)。**杜威教育思想**。台北：水牛。

教育部 (2000)。**技職教育白皮書**。網址: <http://www.tue.edu.tw/data/技職教育白皮書 0718/2 技職教育白皮書>。

梁繼權、李明濱、呂碧鴻、楊培銘和謝博生 (2001)。台大醫學院實施「問題導向學習」的經驗。**醫學教育**，5 (4)，3-10。

曾婉宜、楊坤原 (2007)。**問題本位學習對學生學習成效的影響：統合分析**。論文發表於中華民國第二十三屆科學教育學術研討會。高雄：國立高雄師範大學。

賴明亮 (2002)。**以問題為導向之學習—成大經驗**。台南：國立成功大學。

二、西文部分

Albanese, M., & Mitchell, S. (1993). Problem-based learning : A review of literature on its outcomes and implementation issues. *Academic Medicine*, 68(1), 52-81.

Allen, D. E., Duch, B. J., & Groh, S. E. (1996). The power of problem-based learning in teaching introductory science courses. *New Directions for Teaching and Learning*, 68, 43-52.

Armstrong, E. G. (1991). A hybrid model of problem-based learning. In D. Boud & G. Feletti (Eds.), *The challenge of problem based learning*. New York: St.

Martin's Press.

Barrows, H. S. (1985). *How to design a problem-based curriculum for the pre-clinical years*. New York: Springer Publishing Company.

Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20, 481-486.

Barrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond : A brief overview. *New Directions for Teaching and Learning*, 68, 3-12.

Barrows, H. S., & Tamblyn, R. H. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*. New York: Springer Publishing Company.

Berkson, L. (1993). Problem-based learning: Have the expectations been met? *Academic Medicine*, 68(10), S79-S88.

Boud, D., & Feletti, G. (1991). Introduction. In D. Boud & G. Feletti (Eds.), *The challenge of problem based learning*. New York: St. Martin's Press.

Bray, J. N., Lee, J., Smith, L. L., Yorks, L. (2000). *Collaborative inquiry in practice: Action, reflection, and meaning making*. Thousand Oaks: Sage Publications, Inc.

Bridges, E. M. & Hallinger, P. (1992). *Problem-based learning for administrators*. Eugene, OR: ERIC Clearinghouse on Educational Measurement, University of Oregon.

Brown, A. L. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. In F. E. Weinert & R. H. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation, and understanding*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

- Colliver, J. A. (2000). Effectiveness of problem-based learning curricular: Research and theory. *Academic Medicine*, 73(5), 259-266.
- Dahle, L. O., Forsberg, P., Svanberg-Hard, H., Wyon, Y., & Hammar, M. (1997). Problem-based medical education: development of a theoretical foundation and a science-based professional attitude. *Medical Education*, 31, 416-424.
- Delisle, R. (1997). *How to use problem-based learning in the classroom*. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Dewey, J. (1916). *Democracy and education*. (林寶山譯(1995)：民主主義與教育。台北市：五南圖書公司。)
- Dochy, F., Segers, M., Van den Bossche, P., Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning: a meta-analysis. *Learning and Instruction*, 13, 533-568.
- Dods, R. F. (1997). An action research study of the effectiveness of problem-based learning in promoting the acquisition and retention of knowledge. *Journal for the Education of the Gifted*, 20(4), 423-437.
- Dolmans, D. H. J. M., Schmidt, H. G. (2000). What directs self-directed learning in a problem-based curriculum? In D. H. Evensen & C. E. Hmelo (Eds.), *Problem-based learning—A research perspective on learning interactions*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Donham, R. S., Schmieg, F. I., & Allen, D. E. (2001). The large and the small of it—A case study of introductory biology courses. In B. J. Duch, S. E. Groh, & D. E. Alen (Eds.), *The power of problem-based learning—A practical “How to” for teaching undergraduate courses in any discipline*. Virginia, Sterling:



Stylus Publishing, LLC.

- Duch, B. J. (2001). Models for problem-based instruction in undergraduate courses. In B. J. Duch, S. E. Groh, & D. E. Alen (Eds.), *The power of problem-based learning—A practical “How to” for teaching undergraduate courses in any discipline*. Virginia, Sterling: Stylus Publishing, LLC.
- Duch, B. J., Groh, S. E., & Allen, D. E. (2001). Why problem-based learning ? --A case study of institutional change in undergraduate education. In B. J. Duch, S. E. Groh, & D. E. Alen (Eds.), *The power of problem-based learning—A practical “How to” for teaching undergraduate courses in any discipline*. Virginia, Sterling: Stylus Publishing, LLC.
- Faidley, J., Evensen, D. H., Salisbury-Glennon, J., Glenn, J., & Hmelo, C. E. (2000). How are we doing ? Methods of assessing group processing in a problem-based learning context. In D. H. Evensen & C. E. Hmelo (Eds.), *Problem-based learning—A research perspective on learning interactions*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Flavell, J. H. (1987). Speculations about the nature and development of metacognition. In F. E. Weinert & R. H. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation, and understanding*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Farnsworth, W. E., Medio, F., Nelson, K., Mann, D., Norwell, D., & van Winkle, L. J. (1988). Integrating clinical problem-solving workshops and lectures in a biochemistry course. *Biomedical Education*, 16(4), 196-200.
- Fogarty, R. (1997). *Problem-based learning and other curriculum models for the multiple intelligence classroom*. Illinois, Arlington Heights: IRI/SkyLight

Training and Publishing, Inc.

- Gagne, E. D., Yekovich, C. W., & Yekovich, F. R. (1993). *The cognitive psychology of school learning*. New York: Harper Collins College Publishers.
- Gallagher, S. A., & Stepien, W. J. (1996). Content acquisition in problem-based learning: Depth versus breadth in American studies. *Journal for the Education of the Gifted*, 19(3), 257-275.
- Gallagher, S. A., Stepien, W. J., Sher, B. T., Workman, D. (1995). Implementing problem-based learning in science classroom. *School Science and Mathematics*, 95(3), 136-146.
- Gijssels, W. H. (1996). Connecting problem-based practices with educational theory. *New Directions for Teaching and Learning*, 68, 13-21.
- Glaser, R. (1991). The maturing of the relationship between the science of learning and cognition and educational practice. *Learning and Instruction*, 1, 129-144.
- Glasgow, N. A. (1997). *New curriculum for new times—A guide to student-centered, problem-based learning*. California, Thousand Oaks: Corwin Press, Inc.
- Groh, S. E. (2001). Using problem-based learning in general chemistry. In B. J. Duch, S. E. Groh, & D. E. Allen (Eds.), *The power of problem-based learning—A practical “How to” for teaching undergraduate courses in any discipline*. Virginia, Sterling: Stylus Publishing, LLC.
- Heron, J. (1996). *Co-operative inquiry: Research into the human condition*. Thousand Oaks: Sage Publications, Inc.
- Hmelo, C. E., & Evensen, D. H. (2000). Introduction—Problem-based learning: gaining insights on learning interactions through multiple methods of inquiry.

- In D. H. Evensen & C. E. Hmelo (Eds.), *Problem-based learning—A research perspective on learning interactions*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Hmelo, C. E., & Ferrari, M. (1997). The problem-based learning tutorial: Cultivating higher order thinking skills. *Journal for the Education of the Gifted*, 20(4), 401-422.
- Hmelo, C. E., Gotterer, G. S., & Bransford, J. (1997). A theory-driven approach to assessing the cognitive effects of PBL. *Instructional Science*, 25, 387-408.
- Hmelo, C. E., & Lin, X. (2000). Becoming self-directed learners: Strategy development in problem-based learning. In D. H. Evensen & C. E. Hmelo (Eds.), *Problem-based learning—A research perspective on learning interactions*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Hsu, Y. C. (1999). *Evaluation theory in problem-based learning approach*. Paper presented at the National Convention of the Association for Educational Communications and Technology (21st, Houston, TX, February 10-14, 1999) (ERIC Document Reproduction Service No. ED 436 148)
- Huber, R. A., & Moore, C. J. (2001). A model for extending hands-on science to be inquiry based. *School Science and Mathematics*, 101(1), 32-42.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1989). Toward a cooperative effort: A response to Slavin. *Educational Leadership*, 46(7), 80-81.
- Kelson, A. C. M., & Distlehorst, L. H. (2000). Groups in problem-based learning (PBL): Essential elements in theory and practice. In D. H. Evensen & C. E. Hmelo (Eds.), *Problem-based learning—A research perspective on learning*

interactions. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated learning :Legitimate peripheral participation*.

Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Ram, P. (1999). Problem-based learning in undergraduate education. *Journal of Chemical Education*, 76(8), 1122-1126.

Rudolph, J. L. (2000). Reconsidering the ‘nature of science’ as a curriculum component. *Journal of Curriculum Studies*, 32(3), 403-419.

Ryan, G., & Little, P. (1991). Innovation in a nursing curriculum: A process of change.

In D. Boud & G. Feletti (Eds.), *The challenge of problem based learning*. New York: St. Martin’s Press.

Savoie, J. M. & Hughes, A. S. (1994). Problem-based learning as classroom solution. *Educational Leadership*, 52(3), 54-57.

Schmidt, H. G. (1993). Foundations of problem-based learning: some explanatory notes. *Medical Education*, 27, 422-432.

Schmidt, H. G., & Moust, J. H. C. (2000). Factors affecting small-group tutorial learning: A review of research. In D. H. Evensen & C. E. Hmelo (Eds.), *Problem-based learning—A research perspective on learning interactions*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Slavin, R. E. (1995). *Cooperative learning: Theory and research, and practice* (2nd ed.). N. J.: Prentice-Hall.

Smits, P. B. A., Verbeek, J. H. A. M., & De Buissonje, C. D. (2002). Problem based learning in continuing medical education: A review of controlled evaluation

- studies. *British Medical Journal*, 321, 153-156.
- Stepien, W. J., Senn, P. R., & Stepien, W. C. (2000). *The internet and problem-based learning-Developing solutions through the web*. Arizona: Zephyr Press.
- Swanson, D. B., Case, S. M., & van der Vleuten, C. P. M. (1991). Strategies for student assessment. In D. Boud & G. Feletti (Eds.), *The challenge of problem based learning*. New York: St. Martin's Press.
- Tobin, K., & Tippins, D. (1993). Constructivism as a referent for teaching and learning. In K. Tobin (Ed.), *The practice of constructivism in science education*. New York, Washington, DC: AAAS Press.
- Trop, L., & Sage, S. (2002). *Problems as possibilities: Problem-based learning for K-16 education* (2nd ed.). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Vernon, D., & Blake, R. (1993). Does problem-based learning work? A meta-analysis of evaluation research. *Academic Medicine*, 7, 550-563.
- Von Glasersfeld, E. (1989). Cognition, construction of knowledge, and teaching. *Synthese*, 80, 121-140.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wong, D., Pugh, K., Prawat, R., Jackson, P., Mishra, P., Worthington, V., Girod, M., Packard, B., & Thomas, C. (2001). Learning science: A Deweyan Perspective. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 317-336.