



第四章 專題導向學習在大學課程的應用

—以「計算機結構」為例



朱國光

臺南大學數位學習科技學系 博士候選人

李建億

臺南大學數位學習科技學系 副教授兼電子計算機中心主任



壹、前言

傳統教室教師以粉筆與口述的教學法固然有很多優點，這類以教師、教材為主的授課方式可以在很短的時間內將大量知識傳給學生，學生由外而內的學習方式，缺乏自主性與興趣下的學習成效往往不如預期。近年來，建構主義已成為世界各國教育改革的主流理念，主張學習者為中心，在教師的協助下，學習者由驅動問題開始，主動探索相關領域知識、發現並瞭解知識，應用知識以解決問題，最後重整建構出自己的知識。這種以問題解決導向的學習方式常用於小範圍的個別問題，於是學者們開始主張以專題導向學習的方式，由教師與學生共同討論決定一個與真實世界有關的實際問題，解決這個問題需要有教師授課範圍內的主要課程單元為知識能力的基礎，學習者以多元智慧能力條件下進行分組的合作學習，每個人依照自己的專長扮演不同的角色，在與真實世界互動的情境下學習新領域的知識，解決其中內含的數個問題。學習者最後將學習的一路歷程產出成作品，並與其他組別學習者進行討論，過程中教師扮演協



助者與仲裁者的角色，幫助學習者能解決驅動問題完成專題導向學習（Project-based Learning）。

這種專題導向學習方式，多數應用於中小學的自然科學課程實例居多（Lai, 2005, ChanLin, 2008），也有應用於大學教育的研究（Aubusson, 2005, Mills & Treagust, 2003），研究結論皆顯示專題導向學習方式有正面的成效相當值得推廣應用。雖然專題導向學習方式的優點廣為大家接受，但是並非所有課程或任何時機都可以隨意使用這種方式教學，本文以下將詳細說明何謂專題導向學習與其應用之教育理論，如何進行專題導向學習方式，包含提供教師、管理者、學生相關建議，並以西班牙大學通訊工程系以計算機結構課程為實例說明。



貳、專題導向學習的基本概念

專題導向學習有許多學者提出在不同教育階段有了不同的定義，一般多使用於 K-12 教育，它常與問題導向學習混淆，其實它們有很多類似的策略，像自我導向學習、合作學習，也都需要多重能力訓練。當然也有一些相異之處，表 1 列出專題導向學習與問題導向學習差異表。相同處都是主動學習，組織學習活動，教師角色由教學者變為教練，提供指引、回饋與建議，以協助學習者完成最後成果。教學模式含模式、鷹架、問題方式提供學習者所需之專題內容。

表 1、專題導向與問題導向學習差異表

專題導向學習	問題導向學習
較接近專業真實問題	個別問題
長期	短期（一至數週）
知識的應用	知識的獲取
學科（數學、物理）	不一定是學科
時間、資源管理、角色分工重要	較不強調
自我導向較強	自我導向較弱

參考資料：整理自 Perrent et al. (2000)

此外另一個與問題導向學習類似的教學法是探究導向學習（Inquiry-based Learning）。它以學生中心主動學習的方法，重視問題、批判思考、問題解決。探索導向學習活動以問題開始，進行調查解答，建立新知，討論發現與經驗，反思新發現的知識，通常用於科學教育。其與問題導向學習間的差異在於教師（tutor）的角色，在探索導向學習上教師可以同時扮演促進學習者（鼓勵/期望高層次思考）與提供資訊者，問題導向學習教師期望學習者自行思考清楚，不能提供與問題相關的資訊給學習者，因為這是學習者的責任。

個案導向學習（Case-based Learning）與專題導向學習都是有用的教學策略，提升主動學習，學習者自我建構高層次思考，如分析、綜合能力。個案研究能幫助學習者學科/內容/術語，了解個案中各元素間的關係，若以個案研究做為小組專題，同時可培養溝通、合作技能。個案可以協助學習者利用於教學後復習、應用知識於真實生活的個案中（Savery, 2006）。個案導向學習方式可與專題導向學習方式綜合應用，在一個大架構的專題下，可分成數個個案導向學習方式進行，而專題導向學習也常結合傳統教學於相同課程中，它關注於如何整合應用先前之知識，可以用於個人或小組。Aubusson（2005）研究發現問題導向學習的限制，因為關注於問題導向之結果，以評量驅動課程以致學生線上正向經驗被忽略，它像是給病人問題所投下之藥方，教師未參與解題過程，因此建議在某些課程可以使用專題導向學習方式加以改善。

專題學習的特色包含以下要素：

一、驅動問題（Driving question）

這是專題學習的第一步，就是驅動一個有意義的問題，而這個問題必須是要可實行的，讓學生可以設計操弄研究來回答這個問題。這個問題必須是有價值性的，包含豐富的學科內容，也可細分為數個小問題。另外這個問題必須是



真實世界的重要問題，讓學生能夠在情境脈絡下的環境中學習。當然這個問題是能提供學生進行有意義的學習，也就是問題的設計必須有趣且能提高學習者的動機。最後這個問題還必須有持續性，讓學習者保持高興趣與長時間的研究（Krajcik et al., 1998）。

在了解驅動問題性質後，下一步是引導學習者思考問題，Krajcik 等學者建議教師參考以下引導問題的方式：

- 1.由個人經驗發展。
- 2.思考與課程相關的問題。
- 3.由學生的問題發展成驅動問題。
- 4.由個人的嗜好與興趣發展。
- 5.從媒體中發展。
- 6.聽取其他教師意見。
- 7.從現行課程中發展。
- 8.使用電腦網路支援發展。

在學習者思考驅動問題前，Krajcik 等學者建議教師可提供一些方向協助學生思考，如：

- 1.我想知道更多關於這個問題的科學主題有哪些？
- 2.當我回答這個問題時，需要知道哪些科學知識？
- 3.我能將探討的問題分成幾個小問題嗎？
- 4.我的研究問題與生活有什麼關聯？
- 5.我將會利用一段很長的時間來研究這個問題嗎？
- 6.我對這個問題感興趣嗎？
- 7.我會如何探討這個問題？

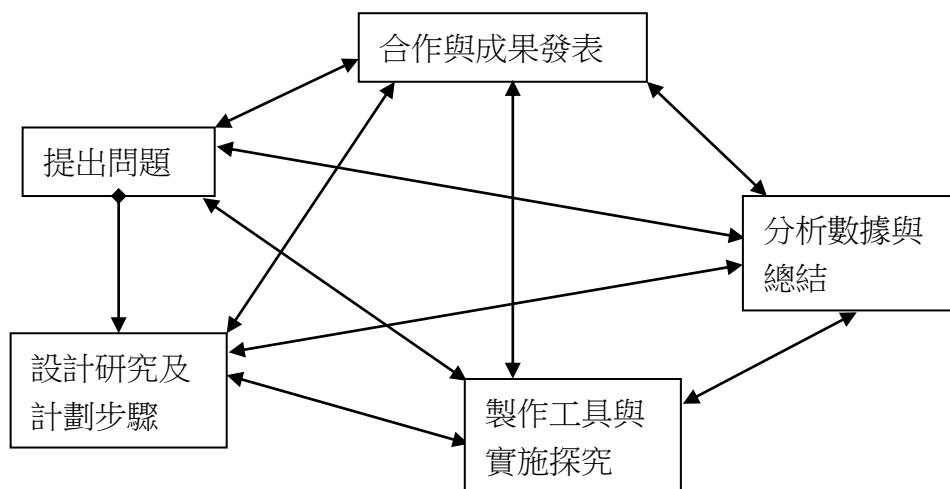


圖 1 探究網 (Marx et al., 1997)

二、探究活動

整個專題導向學習過程中，先由提出問題、修正問題，在經過對想法的思辨、預測後，進行設計研究計劃與實驗，再完成相關學習環境與資料收集工具，接下來蒐集資料分析數據並依據結果下結論與討論 (Krajcik et al., 1994)，這種探究學習活動稱為探究網，如圖 1 所示。

三、學生作品發表

在專題導向學習中學生必須將如何解答驅動問題的學習成果公開展示給大眾，並接受他人的批評與指教。這種發表方式可以提升學習者的學習動機與成就感，更可利用這個機會訓練學生表達、澄清與解釋能力的發展，透過學習者與參與者間的思辨，彼此都能對問題有更深入的了解。

四、學習社群

專題學習雖然可以個人為學習單位，但通常是以小組合作為學習單位的學習模式，無論採取何種學習單位，在專題導向學習過程中都必須與他人互動，因此合作學習是個很重要的要素。



五、使用科技認知工具

專題學習主張用科技提供生動的表徵，不僅能增進學習者興趣，同時也能輔助其操弄、建構並修正表徵或獲取訊息。如電子郵件、超媒體或多媒體的應用，將科技教室轉換為學習者主動建構知識的環境，這樣建構的學習環境是以科技支援建構主義的精神及理想（王仁宏，2006）。



參、專題導向學習的理論基礎

專題導向學習的理論基礎主要是以建構主義學習理論出發，強調知識與情境脈絡的關連性。就認知心理學來看是先建立一個專題的自我認知的動機，依照自我效能、自我決定來界定待解決問題的範圍，以團隊合作發揮多元智慧分工精神共同將問題解決的合作學習方式。以下將分別介紹專題導向教學法之相關教育理論：

一、建構主義

社會建構主義以 Vygotsky（1980）為首，認為知識的發展是個人在社會互動過程中將外在社會互動結構內化至個人的心智基模所產生。Rotter 於 1954 年也提到有意義的學習是發生在社會性環境，經由與他人的互動所獲得（Oliver, R. et al, 1998）。建構主義學者 Arends（2001）與 Bodner（1986）也認為知識的成長由學生自己所建構的，以原有的知識與看法為基礎，親自體會並儲存這些資訊。知識的發展不容易自情境中分離，環境與文化因素都會影響知識學習。

二、認知心理學

認為認知與行為背後之心智處理與思維、決定、推理、動機和情感的程度有關，這個研究領域旨在研究記憶、註解、感知、知識表徵、推理、創造力與問題解決的運作。

三、情境學習理論

Brown, Collins 和 Duguid (1989) 在 Lave, Vygotsky 的理論基礎下提出情境學習的概念，認為學習是透過與情境間的互動，對知識建立新的意義之過程，也認為知識是在情境中所建構，真實化情境脈絡環境下將有利於正向學習遷移。

四、課程統整

學習者在日常生活中面臨問題時，通常必須融合應用多個領域的知識技能，用以解決問題，因此強調知識技能應用的整體性與統整性（鄒慧英，2001）

五、認知動機理論

自我效能論：Bandura (1977, 1981, 1982) 以「自我效能」(Self-efficacy) 的觀點說明個人對工作的投入乃是源自本身能力的有效性所下之知覺判斷。

自我決定論 (Self-determination theory)：學習者決定自己的需求，依自己的能力、關係及自主決定 (Deci, Pelletier, & Ryan, 1991)。

六、合作學習

Slavin (1985) 提出合作學習是一種有系統有結構的教學策略，在合作學習下，教師將不同能力、性別、背景的學生分配於一個小組中共同學習，Sharan 和 Schachar (1988) 認為合作學習是學習作業再設計，允許學生於小組內分工合作，結合了教室活動與社會互動的兩個層面，學生藉由貢獻個人力量促進小組作業的進度，分享學習的喜悅。

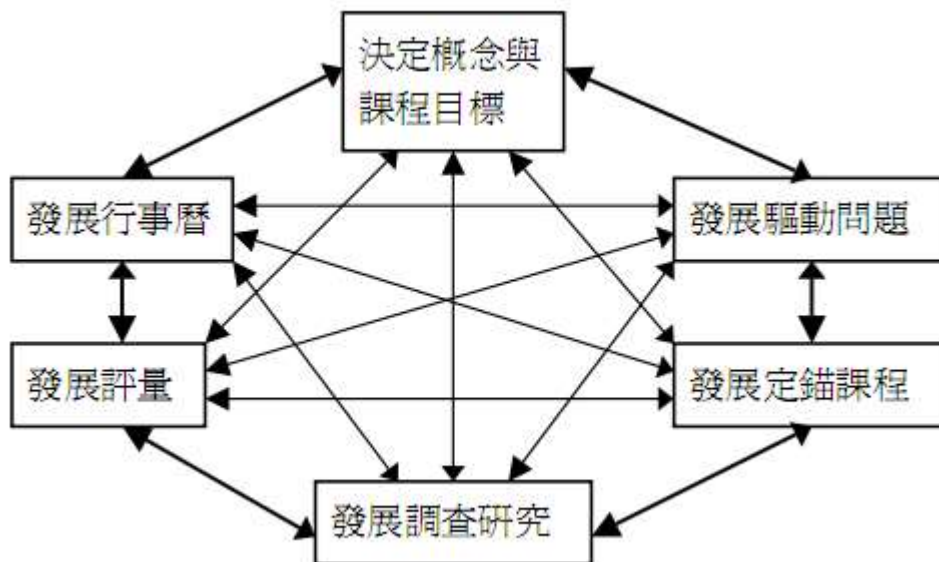


圖 2 專題學習發展過程圖 (Krajcik, 1999)

七、多元智慧

Gardner (1993) 認為人類的智力是在特定文化情境或社群中所呈現出解決問題的能力，他指出人類智能至少有八個向度，包含語文智慧、音樂智慧、邏輯-數學智慧、空間智慧、肢體-動作智慧、人際智慧、內省智慧與自然觀察智慧。黃瑋莘 (2003) 研究以多元智慧分組合作學習對網路專題學習結果顯示多元智慧分組之學習歷程學生教師評量成績顯著優於依學業成就之歷程教師評量成績。

肆、專題導向學習的實施

一、專題導向學習實施程序

Krajcik, Czerniak et al (1999) 提出專題課程採用一套反覆進行的六個程序，分別為決定概念與課程目標、發展驅動問題、發展定錨課程、發展調查研究、發展評量與發展行事曆，如圖 3 所示。這幾個程序是可以改變與反覆進行的，例如在調查研究時可以發展新的驅動問題，進而帶入其它概念，修改原來之定錨課程或行事曆。



圖 3 網路專題導向學習模式實施流程圖（資料來源：吳青宜，2004）



二、專題導向學習實施模式

徐新逸（2001）依據國內外相關研究修正提出網路專題導向學習的實施模式，可分為 PIPER 五個階段，詳細如圖 2 所示。

- （一）準備階段（Preparation）：確定主題範圍、教學目標、評鑑方法、先備知識。
- （二）實施階段（Implementation）：安排分工、擬定專題計畫、蒐集資料、分析驗證、整合結果、發現結論。
- （三）發表階段（Presentation）：口頭與書面報告。
- （四）評鑑階段（Evaluation）：專家評鑑、同儕與自我評鑑。
- （五）修正階段（Revision）：修正與檢討。



伍、專題導向學習的評析

許多學者的研究證明專題導向學習是好的教學法，它讓學生參與探索與真實世界結合的問題，進行有意義的學習。簡單地說，它是一個精心設計的專題，然而並非教師適意設計的專題學習都會有很好的成效，有很多設計上的細節是必須注意的，Solomon（2003）提出好的專題導向學習計畫可參考以下之評估準則：

- 1.它提升建立學生興趣與熱情。
- 2.提供有意義的學習與真實世界中學習。
- 3.讓學生在真實世界中沈浸式學習，給予學生指導。
- 4.給學生自行選擇與決定。
- 5.以社群資料及專家連結學生。
- 6.讓學生發展、展示必要的技巧與知識。

7.提供多重訓練協助學生解決問題與深層了解。

8.建立機會供學生反思與自我評量。

9.讓學生學習產出有用的成果並展示給觀眾。

實施專題導向學習活動，必須要包含以下的元素（Solomon, 2003）：

1.專題應有標準，有清楚目標、跨學科內容。

2.學生應下決定，選擇主題、設計專題、組織工作與展示成果。

3.學生應學習合作技能，如團隊研究、群組決定、依賴其他人的工作，提供、接受、整合回饋。

4.專題提供連結真實世界，問題影響學生生活或社群，使用真實的方法，如投票、研究、實驗。

5.專題應合併非傳統方法的工作時間，以更多的時間促進實驗自由度去實驗、學習、嘗試錯誤與機會進行更深度的研究。

6.評估應在學生學習過程，如學習、溝通過程，以同儕互評，教師評估，自我反思與社群回饋。

教師欲進行專題導向學習前，該如何選擇專題呢？Solomon（2003）建議可以考量以下的方向：

1.找出適合某些人的專題，可參考一些範例專題或網站。

2.問自己你要你的學生用專題導向學習到什麼。

3.讀專題描述找出與他們陳述的必要標準是否相符。

4.決定如何分配專題的時間與工作，檢查專題的先決條件有哪些是你無法接觸或沒有能力去做的。

5.確認你的選擇可讓所有學生參與及增進預期的技能。

6.檢查各向度能符合你目標，如學生合作類型，工作責任分配，能確實呈現



所學習的成果。

關於實施專題導向學習學生之學習成效研究，林宜樺（2002）指出專題導向學習中討論效能的提昇，概念關連與歷程監控的進展尤其明顯，後設能力則以重要記事與學習反省有較明顯的提昇。由於專題導向學習十分注重學生的學習歷程，因此吳孟璋（2003）研究顯示在專題導向學習成果與學習的歷程中，發現搜尋網路資源功能、同步溝通功能與非同步溝通功能的使用時間越多，並且常進行「搜尋網路資源」功能，隨後進行「非同步溝通功能」的學習者，越能獲得較佳的學習效果。吳青宜（2003）研究在專題導向學習的教學模式中，學生透過實作練習，觀察整體的資訊素養有效提升狀況，發現不論是在檢索和選擇資訊、合成和使用資訊或是評估資訊等方面都有明顯地進步。隨著科技發展除了在網路上實施專題導向學習外，學者們也開始對應用行動載具於專題導向學習成效開始探討，研究結果發現實驗組作品的得分顯著優於對照組，此外、實驗組的作品在內容的呈現以及心得的紀錄上比對照組更豐富與充實，由此顯示行動專題學習活動對國小學童學習成效有正面的幫助（2004，莊聖權，2004，周脈寶）。

表 2、計算機結構課程在通訊工程系課程大綱

課程名稱	類別	年度	學期	相關內容
程式設計	必修	大一	上	內部資料表示，布林代數、基礎電腦結構、程式語言，編譯器，結構化程式設計
計算機概論	必修	大二	下	描述層級、函式、暫存器、指令集、輸出入概念、基礎作業系統
電腦	選修	大三	下	系統呼叫程式設計
微處理器	必修	大三	上	微處理器，微處理器輸出入技術，裝置，控制設計
經濟與管理	選修	大三	下	市場經濟原理，企業經濟環境，管理通信
其它數種課程	皆有	1-5	全	網路硬體、通訊協定、分散應用等

 陸、教學實例

計算機結構課程是西班牙大學通信工程系核心必修課，它開設於大四上學期，課程包含 30 小時上課，60 小時實驗，因為這個課程計算機課程的最後分支，因此涵蓋了基礎程式設計、作業系統等課，詳見表 2。因為學生已接近大學畢業，希望能透過這個課程讓學生發現活動能更接近真實世界的問題，此外有些人也選修過數門網路、經濟學等課程應該更能融會貫通，基於這些事實，這門課程適合以專題導向學習方式進行。當然課程如何設計與評量是一大課題，因為不同意見或解決方案可能都是有效的，團隊合作是必須的，如何溝通合作達成目標就變成是困難的工作。此外，科技、商業資訊、模擬器都可在這門課中公開應用，教科書的定量方法也是適合這個範圍研究。

一、教學設計

一個大的專題，分成三個的子專題，每個專題進行四週，規劃為 13 週一學期課程及 60 小時實驗課，學生兩人一組，在專題中扮演不同角色。首先，他們扮演顧問角色，研究市場區隔、電腦科技，以協助「消費者」依其商業問題採購最適當的電腦系統，而「消費者」就是個案研究要解決的問題。此外，學生也必須扮演電腦製造商工程師，能設計、評估不同子系統。教師則扮演這個消費者、顧問團隊主管、電腦製造商的執行長（CEO, Chief Executive Office）。每個個案研究推出一個消費者，每年有 5 位候選的不同消費者，但是每組工作時僅有一位指派的消費者，小組中有不同消費者有不同的需求或限制可以豐富學習過程。這種方式可促進不同科技關鍵能力的發展，為了確保研究科技的廣度，假定的消費者必須是不同區隔有不同解決方案，如基因定序（微電腦）、網際網路音樂散播（多處理器高效能伺服器）、博物館導覽（無線裝置），此外，個案研究必須每年更新引進目前市場上最熱門的科技。課程是由三個子專案組成，

摘要於表 3，授課部分計劃提供學生所需之基礎理論背景，以完成每個子專題的作業。表 3 也可看出各子專題有兩個里程碑，在此之前學生們必須都寫問卷，學生們的答案被公布在網路，幾天後進行班級討論稱為審查，這個審查做為查核點，教師會將同學們的討論帶回至未曾被學生們討論的重要議題，最後期末審查每一組也包含公開討論一些正式公開的被實現的科技報導。

表 3、教育專題摘要

里程碑	內容	活動	產出
子專題 1 期中審查	專有名詞、技術需求、效能、成本取舍	訪談消費者，讀文件，決定消費者的需求	從完成至回答、公布、公開討論
子專題 1 期末審查	基準	基準實驗機器用 Dhrystone, Whetstone, SPEC CPU95, Tex Spice, gcc，以程式將消費者工作負載模式化，推薦機器給消費者	從完成至回答、公布、公開討論、報告繳交
子專題 2 期中審查	指令集、CISC vs RISC 管道	以 DLX 碼為基準將消費者工作負載模式化，使用 dlxview, superdlx 模擬，提供設計指引給 CPU	從完成至回答、公布、公開討論
子專題 2 期末審查	多重議題：超純量、VLIW，高階管道	模擬使用 dlxview, superdlx 建議初始 CPU 架構給消費者	從完成至回答、公布、公開討論、報告繳交
子專題 3 期中審查	記憶體快取、記憶體階層架構	模擬使用 dineroIV，推薦記憶體組態給消費者	從完成至回答、公布、公開討論
子專題 3 期末審查	虛擬記憶體、輸出，作業系統及應用	讀商業文件、推薦完整系統給消費者	從完成至回答、公布、公開討論、報告繳交給四組

表 4、專題評量資料來源

來源與頻率	資料種類
開始前與結束後問卷、每個子專題 2 次	定量分數與定性解釋
專題開始前及結束後之群組訪談，每個子專案 1 次	有相同頻率超過問卷之學生定性意見
系統平台之歷程日誌	文件

本研究專題進行歷經四年兩位教師，一位全職教授，一位兼任助教，分別擔任授課及實驗工作。課程期間約有 120-130 位學生參與，此外也有部分職員加入本專題研究及評估計畫，提供專題改進參考。

這類專題的成敗評估其實是很複雜的且難以定量的，舉凡師生個性、社會文化、電腦與分散式系統科技的衝擊影響及學習成就都是考量的向度之一。一些定性的方法可以看出學生的學習態度、意見；定量的方法可以讓教師量測出學生學習的趨勢。這些評量方式都混合使用在本專題評估中，所有資料分析與來源，摘要整理於表 4。

學生的意見會在整個學習及專題發展的每個里程碑中取得，此外兩個廣度更高的問卷會在專題開始前結束後施測。問卷收集定量的分數作為定性解釋，這些問卷的重點包含傳統教室學習內容、還有合作經驗、如何利用資源促進合作。此外在課程中有五次由兩位自願者協助進行的訪談，提供與主題相關意見陳述，幫助學生放輕鬆，這些時間教師將不會在場。

表 5 摘要出整個專題研究的評估與結論，更進一步的說明如后。本研究的主要目標是以多個個案研究組合之專題研究方式促進學生成就更深層的概念與能力的學習，及擴大範圍的廣度如同在現實世界中設計與評估專題。系統設計可提供 BSCW（Basic Support for Cooperative Work）平台功能，支援閱讀註解之



文件展示與分享。整個課程下來，學生學習瀏覽最新科技與商業文件，找出與問題相關最有用的資訊，寫下摘要與嚴謹結構的技術文件，此外學生亦可以學習到合作，做決定、接受合理的批判與產出具有競爭力與富西班牙個別文化的成果。

表 5、教育專題主要結論匯整表

教學法	結果	支援資料
謹慎設計教學專案-不同個案研究以類似工作、相關未來專業生活或目前工業及研究趨勢；強制比較、合作	學習範圍更加深加廣	群組訪談分析、事實上能完成小型個案研究考試成績亦佳
工作視個案研究的知識而定，工作必須以數個小組完成	合作增加一般或獨立工作回應	更緊密的合作網路，在第三次報告及消費者模式比較改善
依預定時間發布解答的思考，成果發布於審查前，發展公共審查能力，找出於明顯的矛盾處。	填表、發布成果、審查，以幫助了解其他組工作	支援問卷、群組訪談
變為知識促進者--動機，導入截止日期，假設工作能由團隊解決而非個人	學生學習自我組織與規劃	問卷分析
一般性工作強制合作，並利用工作、活動提升互動	學生發展合作相關技能	問卷及社會網路顯示互動的增加

本次實驗結果看來是可以推廣到更多類似的教育計畫中，所以個案研究都應該有類似的方法論與目標，提供學生感受比較真實的需求與解決方案，這類的研究必須在教師具有研究興趣、掌握目前趨勢或發展，選擇最佳之動機效益，提供不同資訊來源供學生在真實世界中發揮他們的潛力找出最佳的方案。此外建議教師扮演的角色是應該以知識促進者為主，而非傳授者角色，可以與導入學生間論證、提醒發展中方法學的重要性，非僅單純學習概念。本研究發現可以看出在專題導向學習的設計是依照學生與教師的需求，使用數個個案研究工

作量較單一個案研究更少，學生需要保持注意力在其他專案，能更豐富他們的視野。合作工具能促進他們的工作順利。

柒、結語

專題導向學習教學法是一個可與傳統教學法互補的學習方式，以學生為中心的學習方式，為解決真實世界的問題，刺激學生具有較高的興趣與動機，利用合作學習方式，學生必須培養分工合作、信賴別人等各種人際關係與社交技巧，成果的產出與發表訓練學生們統整知識技能與表達能力。研究證實專題導向學習可以提升學習者學習成效，促進學生多方面能力的發展，是前瞻性與可行性很高的教學法。

然而，為何專題導向學習無法落實於目前的各學科普遍應用於學生學習？基本上，實施專題導向學習是有一些限制，例如教師負擔加重，因為整個學習過程必須經歷數週到數月，教師必須從選擇科目、範圍與適當的專題題目，有效分配時間，最好能與傳統教學相輔相成，實施過程中教師角色轉為教練，評量方式的多元化改變等的負擔，在教師的專題導向學習設計上訓練與經驗不足，這些因素往往是許多教師不願意去嘗試的原因。此外，在學生部分，由於傳統教育對如何搜尋資料、統整與建構知識訓練不足，加上學生欠缺合作學習經驗，專業任務分工不佳，時間分配不當，社會網絡溝通不夠，造成成果的產出深度廣度不足，與主動發表成果能力不良，當然，這些瑕疵是可以靠教師在實施活動前的先備知識訓練加以改善。

最後，本文整理提出如何有效選擇一個好的專題研究學習計畫，提醒教師必須注意的環節，並以西班牙大學計算機結構課程為例，說明如何規劃、應用專題導向學習教學法與傳統課程中結合，培養與提升學生多重能力的發展與實

踐。

參考文獻

一、中文部分

王仁宏（2006）。專題學習對國小六年級學生在社會領域學習效果之影響。國立臺南大學課程與教學研究所碩士論文。

吳青宜（2004）。運用專題導向學習提昇國小五年級學生資訊素養之研究。私立東海大學教育研究碩士論文。

吳孟璋（2003）。網路專題學習歷程中各項功能使用時間與專題學習成果之相關研究。國立臺南師範學院資訊教育研究所碩士論文。

林宜樺（2002）。網路學習環境中國小學生專題探討能力發展特徵之研究。國立臺南大學國民教育研究所碩士論文。

周脈贇（2004）。行動專題學習活動對國小學童學習成效影響之研究。國立臺南大學國民教育研究所碩士論文。

徐新逸（2001）。如何利用網路幫助孩子成為研究高手——網路專題式學習與教學創新。台灣教育，607，25-34。

莊聖權（2004）。不同思考風格學童於行動專題學習中表現差異之研究。國立臺南大學資訊教育研究所碩士論文。

黃瑋苹（2003）。以多元智慧分組合作學習對網路專題學習成果影響之研究。國立臺南師範學院資訊教育研究所碩士論文。

鄒慧英（2001）。從九年一貫課程的統整原則談專題學習。九年一貫課程新思維 130-164。台南，翰林出版社。

二、西文部分

Arends, R. I. (2001). *Learning to teach*. McGraw-Hill Humanities, New York.

Aubusson, P. (2005). Evolution from a Problem-Based to a Project-Based Secondary Teacher Education Program: Challenges, Dilemmas and Possibilities. G. Hoban (ed.), *The Missing Links in Teacher Education Design*, 37–55.

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

ChanLin, L.J. (2008) Technology integration applied to project-based learning in science. *Innovations in Education and Teaching International*. 45 (1), February 2008, 55–65.

Gardner, H. (1993). *Multiple Intelligences: The Theory in Practice*, Basic Books.

Krajcik, J. S., P. C. Blumenfeld, et al. (1994). "A Collaborative Model for Helping Middle Grade Science Teachers Learn Project-Based Instruction." *The Elementary School Journal*, 94(5), 483.

Krajcik, J., P. C. Blumenfeld, et al. (1998). "Inquiry in Project-Based Science Classrooms: Initial Attempts by Middle School Students." *The Journal of the Learning Sciences* 7(3&4), 313-350.

Krajcik, J., C. Czerniak, et al. (1998). *Teaching Children Science: A Project-Based Approach*. McGraw-Hill Companies.

Lai, C. S. (2005). "The study of Big6 skill applied in project-based learning of social in elementary school."

Marx, R. W., P. C. Blumenfeld, et al. (1997). "Enacting Project-Based Science." *The Elementary School Journal*, 97(4), 341.



- Mills, J. E. & Treagust, D. F. (2003) "Engineering Education – Is Problem-based or Project-based Learning the Answer?" *Australasian J. of Engng. Educ* 04.
- Oliver, R., A. Omari, et al. (1998). "Exploring Student Interactions in Collaborative World Wide Web Computer-Based Learning Environments." *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*.
- Perrenet, J.C., Bouhuijs, P.A.J. & Smits, J.G.M.M., (2000). The suitability of problem-based learning for engineering education: theory and practice. *Teaching in higher education*, 5(3), 345-358.
- Peter Aubusson (2005) Evolution from a Problem-Based to a Project-Based Secondary Teacher Education Program: Challenges, Dilemmas and Possibilities G. Hoban (ed.), *The Missing LinksinTeacher Education Design*, 37–55.
- Savery, J. R. (2006). "Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions." *The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 1(1): 9-20.
- Sharan, S. & Shachar, H. (1988). *Language and Learning in the Cooperative Classroom*. New York, NY: Spring-Verlag.
- Slavin, R. E. (1985). An Instruction to Cooperative Learning Reasch. In Slavin, R. et al. *Learning to Cooperate, Cooperating to Learn*, 6-16.
- Solomon, G. (2003). "Project-Based Learning: a Primer. " *Technology and Learning* 23(6), 20-27.
- Vygotsky, L. S. (1980). *Mind in society*. Harvard University Press.