

# 創造力導向的網路化問題解決活動設計 ----國小生活科技課程的實例

張玉山

台灣師大工業科技教育系副教授

## 壹、前言

在當前日趨複雜的知識社會中，每個人所面臨到的問題，已經不再是一些基本常識所能夠應付，因此，未來的工作者在面對各種問題及挑戰時，能擁有問題解決的心智模式與妥善運用問題解決能力，乃成為一種重要的基本技能(Markham & Lenz, 2002; Visser, 2003)。尤其在變化迅速的科技社會中，面對前所未有的問題，或是以新式的方案來解決舊問題，都需要一種以創造力為基礎的創造性問題解決能力。

近年來許多學者提出問題解決教學的策略，就是希望能在教學當中，呈現出問題，讓學生循著確認問題、收集資料、提出方案、驗證方案、評估結果等過程，練習問題解決的技巧，能夠自行發現問題，自行發現答案，在解答的過程當中，增進問題解決的能力(Chen, 2004; 郭有適, 1994)。此外，Blumenfeld, Soloway & Marx 指出，課堂上所有的學習活動是由問題來組織與引導，活動最後會有成果或具體的成品產出，這是整個教學活動最高點(劉佩雲及簡馨瑩譯, 2003)。這種專題(或方案)所開展的學習活動(project-based learning)，肇始於方案裏的「問題」，可以使教學活動更加有意義。透過問題導向的問題解決教學，就是利用問題，來引起學生的好奇心與挑戰性，進而提高學習的主動性與積極性。

在另一方面，隨著網際網路的普及，許多有關透過網路以提升學習成效的研究逐漸蓬勃發展，而網路在問題解決教學的應用，也受到越來越多的重視。近年來資訊傳播科技(Information and Communication Technology, ICT)在教育上的應用，多著重在社會互動與團隊合作(Wild, 1996)、學生成就(Jackson & Kutnick, 1996)及課程發展。只有少數的研究聚焦在透過線上科技(online technologies)的運用，以提升創造思考(creative thinking)的能力(Wheeler, Waite & Bromfield, 2002)。

正如網路資料的多元、豐富、迅速等特性，在創造性問題解決的學習中，學生特別需要具備知識建構與問題導向的探究能力。因此，本文以建構主義學習理論、問題導向學習理論、及網路化問題解決教學為理論基礎，探討創造力導向的網路化問題解決活動設計原則，並以國小四年級的「創意電動車的設計與製作」為例，發展活動設計的檢核規準，供作相關活動設計的參考。

## 貳、問題解決教學與建構主義學習理論

建構主義(constructivism)觀點係以Dewey、Bruner、Vygotsky的思想為基礎，意在超越行為主義及認知理論的學習限制，建構產生知識(generativity)、多元學習(pluralism)、切身相關(relevance)、主動參與(autonomy)、合作學習(collaboration)、自省學習(reflectivity)(Visser, 2003)。建構主義教學方法中，最具有代表性的就是問題解決法、實驗活動、電腦教學、及分組學習(Dana & Davis, 1993)。因此，在建構主義理論的基礎上，網路化的問題解決教學策略將更具有發展的理論依據。

建構導向的教材模式中，應以情境式(或真實的)主題探究，來發展問題解決教學活動。其主要步驟為：1.建立情境；2.進行任務說明；3.將主題切割為數個小問題；4.利用提問，進行知識建構。尤其在小組式的問題解決教學活動中，維高斯基(Lev S. Vygotsky)以潛在發展區域(zone of proximal development)為基礎，所延伸的鷹架(scaffolding)、交互教學(reciprocal teaching)、合作學習(cooperative learning)教學概念，具有相當大的影響。

### (一)鷹架

鷹架就是指在兒童的認知組織特質上，為兒童內在的心理能力成長，所提供的協助(李永吟, 1998)。其重點是透過建立情境；以提問來提示結構性活動；接受學童的介入；學童無法建立知識時，以提問來引導新知識。因此，鷹架的功能包括：1.引發參與(recruitment)；2.減輕學習的負擔(reduction in degree of freedom)；3.管理活動的方向(direction maintenance)；4.指出關鍵特徵(making critical feature)；5.控制學習的挫折(frustration control)；及6.模擬小孩式的示範(demonstration)。換句話說，在電腦網路的問題解決情境中，鷹架的提供者可能是教師，也可能是網頁介面；電腦可用以判定學生既有的能力，藉以決定應提供的鷹架類型；人工智慧的系統設計，可用來協助教師判斷學生的學習是否遭遇困頓；求助機制與回饋機制的設計，可以讓學生在遇到困難時，可以獲得來自伺服器端或網際網路資源的協助，而有優秀的表現，則出現鼓勵的訊息。

因此，從鷹架理論來看，設計網路化問題解決教學活動的主要步驟包括以下八項：1.分析學生既有的經驗與知識；2.確定單元教學目標；3.定出適合的學習重點，難易度適中；4.建立學童式的情境，不論是真實生活或是童話式的；5.提供必要的內容資訊；6.透過提問來引起學生注意教學內容重點，並引導學習的順序；7.透過學生的回答與討論，建構屬於學生自己的知識體；8.引導學生注意到新知識。

### (二)交互教學

交互教學是一種社會教學模式(socioinstructional approach)，主要的學習策略是在對話中，呈現教材、發問(questioning)、澄清(clarifying)、概述(summarizing)、預測(predicting)，協助老師利用合作學習的對話，以增進學生對學習內容的確實理

解，和後設認知運用(李永吟；1998)。在一個問題解決活動的教學網站中，交互教學的歷程包含以下重點：1.充份由教師或學生提問，同時也具有引起學習動機的效果。2.利用發問來引導注意學習重點。3.透過學生自己的回答或進一步陳述，來釐清所習得的內容。4.學生用自己的方式，重述(概述)所習得的知識。5.學生預測這些學習內容，可以進一步學習的地方。

在互動機制的設計方面，網際網路上面目前可供利用的機制包括同步與非同步的討論區、留言板、聊天室、電子佈告欄系統、線上塗鴉板、及專屬互動軟體。加上手寫板、麥克風及網路攝影機(web cam)的使用，多媒體互動機制已經逐漸普及。只要能夠克服網路頻寬的限制，多媒體的網路互動將可使網路化交互教學效果，做大幅度的提升。

### (三)合作學習

在網路化的問題解決活動中，在問題確認、資料蒐集、構思、選擇方案、執行與評鑑等過程中，均應該提供文字與圖形的互動平台，並應有個人績效與小組績效的評鑑機制，同時也需要即時的表揚機制。根據研究者在「網路虛擬團隊之創造力研究」(張玉山，2003)的研究發現，網路化的合作學習是在虛擬的情境下進行，目前雖然有同步與非同步的互動工具可資運用，但是因為無法直接面對面，在缺乏老師直接監督的情形下，互動效能常受到影響。因此，教師必須經常介入或「出現」在網站中，並透過回饋機制，提高學生的參與動機。

### 參、問題解決教學與問題導向學習

問題導向學習(Problem-based Learning, PBL)是由教師設計一個符合真實情境的問題，作為學習的起始點，在未施予學習者任何教學之前呈現問題，由學習者主動進行問題解決的過程，從中獲得知識(張杏妃，2001；馮丹白等，2005；田振榮、支紹慈及劉宗政，2005)，其並具有建構知識、情境學習、合作學習三種特性(楊紹裘等，2005；馮丹白等，2005)。因此，問題導向學習的目的，在使學生獲得專業知識之外，更促進學生的主動學習能力、合作學習的能力、批判思考能力、問題解決能力、及創造思考能力(吳清山，2002；趙李婉儀，2001)。

在教學程序方面，問題導向學習(PBL)運作的基本步驟必須包含下列四點：1.專業知識的應用。2.目標的設定。3.問題解決。4.評量(洪榮昭，2001)。Aleman & Lopez (2000) 認為問題導向學習的主要歷程為「學習活動→問題(或問題→學習活動)→個人努力→小組討論→合作學習(→實驗證明)→全班分享討論」(侯世光等，2005)。如進一步考量問題導向學習的知識建構、情境學習、合作學習及問題解決等特性來看，問題導向學習的基本程序應為「1.面臨問題、2.確認既有經驗(先備知識)、3.小組討論將學內容、4.自學(蒐集資料)、5.小組討論彙整(問題解決與分享)、6.全班討論(分享)」。而在實證研究方面，莊謙本等(2005)在電子科技(電腦故障維修)學習領域所進行的實驗研究，就以「PBL規則介紹→分組→確認

先備知識→呈現問題→小組討論→蒐集資料→小組討論→總結性評量」作為問題導向學習的程序。侯世光等(2005)在工藝設計(桌櫃設計)學習領域的教學實驗,則結合問題導向與專題導向學習的特色,以「問題與探究(1.問題產生現況之瞭解及追究原因。2.家具設計在使用上需要考慮的要項。3.家具設計在製造上需考慮的要項)、構想與發展(4.問題解決方案之產生、篩檢、檢討與具體化。5.解決方案之檢討與評估)、解決方案具體化(6.最佳方案之模型與實驗製作與功能實驗。7.設計成果發表)」為主要的教學程序。前者是一種障礙排除式的問題解決,後者則是一種成品產出式的问题解決,兩者都是問題導向式的學習程序。

和傳統的問題解決的基本程序比較起來,問題導向學習更強調情境建置、探究學習、以及小組合作學習。在以「創意電動車」為主題的網路化問題解決活動設計中,可以在問題拋出之前,先建立一個問題的情境,讓學生從情境中判斷問題,並由小組討論決定需要尋找的資料項目。也就是說,問題的開始,可以利用電腦動畫的方式,呈現一個故事情境或真實情境。接下來就是由學生個別努力,尋找資料,分析彙整資料,再回到小組中報告分享。然後才進行問題解決的構思等工作。因此,在情境之後,便需要小組互動的討論區,以及資料上傳分享的網頁。

在主要問題的選擇方面,問題導向學習具有情境學習的特性,相對於目標模式的教學,情境學習的教學設計「不一定要事先確認預期的學習結果,而是傾向於指出教學活動的發展方向、教學重點或情境安排」(陳麗華,1997;李永吟,1998)。也就是說,學習內容由學生根據「大問題」所討論產生的「小問題」,組織而成。而討論的主導者是學生,各小組討論的結果自然會有所差異。因此,教師在訂定主要問題時,應該將可以涵蓋在同一「問題」下的能力指標列出,再根據以下原則,來修訂主要問題:

- a.開放性(open-ended)、非結構(ill-structured)問題,無單一標準答案者。其腦力激盪數最少要有十個以上(田振榮、支紹慈、及劉宗政,2005)。
- b.以先備知識為基礎,符合學生的經驗
- c.具挑戰性,問題必須對學生有吸引力,不會太單調;具複雜性,不會太簡單。
- d.近期發生的
- e.與生活相結合
- f.具爭議性,跨學科(具統整教材的特性)
- g.與專業相關

而在問題導向學習的教案設計程序方面,經彙整多位學者的理論與實務經驗後,提出八個主要步驟如下:

- 1.分析學習目標:分析課程綱要的能力指標,確認教學目標適合透過問題導向學習策略。
- 2.分析學習者:瞭解學習者的認知能力、興趣、先備知識(吳祖銘、廖信、

及陳莉婷，2005)。

- 3.決定可用資源：瞭解所需的軟體與硬體資源。
- 4.決定問題：選擇適當的問題型式(發散式或聚斂式問題)，並確認主要問題符合「好的問題」的條件。除了預先設想主要的問題，並預想可能的小問題與「答案」(莊謙本等，2005)。
- 5.決定學習者角色與情境。
- 6.分析教材，統整出學習內容的基礎能力與核心能力(吳祖銘、廖信、及陳莉婷，2005)，繪製學習地圖(階層分類表，用以呈現概念的系統關係；及概念圖，用以表現概念間的關連性)。
- 7.編寫教案。應盡量設計出能夠協助學生掌握問題的焦點發問，作為提示或延續討論之用(周天賜譯，2003；吳祖銘、廖信、及陳莉婷，2005)。
- 8.設計評量工具。問題導向學習的評量應該兼具過程與結果的評量，評量的時機是持續性的。評量的工具可以是檔案評量、測驗工具、成果發表、及作品評量。

因為問題導向學習與問題解決教學兩者都是從面臨問題或情境開始，常常令人難以釐清。如果我們把問題導向學習著重在學習情境建立，探索學習的歷程，而問題解決教學較偏重在難題排除、產出成品等任務達成，則兩者之間可以互相融合，互為應用。茲將兩者的重點比較，整理列示如表一。

最後，自從問題導向學習興起於1960年代的醫藥學院(楊紹裘等，2005)，大家對pbl少有負面看法。但是Woods (2005)語出驚人地表示，「人們也一直認為PBL可以促進學生的問題解決、批判性思考、及創造思考(顛覆思考)等能力。但是根據研究結果顯示，很多老師認為pbl情境並無法有效促進學生問題解決的能力，從單一問題解決的過程，也無法提升學生的問題解決能力，倒不如像教科書一般教導學生問題解決的能力。但有一點是確定的，pbl一直都在問題解決的程序中。」

表一 問題導向學習與問題解決教學的比較

	問題導向學習 problem-based learning	問題解決教學 problem-solving learning
意義	由情境問題，來導引學習，常使用探究方法	由解決一個問題的過程，達到學習目標
基本程序	1.面臨問題 2.確認既有經驗(先備知識) 3.小組討論將學內容 4.自學(蒐集資料) 5.小組討論彙整(問題解決與分享) 6.全班討論(分享)	1.問題產生 2.分析問題 3.提出構想 4.選擇方案 5.進行驗證
產出	問題的解答， 通常沒有具體成品	解決結果可能是報告、模型、 或成品

主導權	學生主導性高	介於中間
教師角色	教師給予情境	教師給予問題
組織	小組的合作學習	個人或小組

#### 肆、網路化問題解決教學與創造力

問題解決的教學，就是希望學生能成為有效的問題解決專家，從解決問題的生手變成專家(王春展，1997；郭美辰，2002)，「以專家為目標，培養學生問題解決能力」就是具體的問題解決教學目標，這些專家能包括以下三項：1.先備知識，描述性知識、程序性知識、解題經驗、系統性組織訊息的能力。2.問題表徵能力，重視問題的核心，而不是表現意義；善用不同媒材來呈現問題；有效合適的問題空間。3.解題策略，迅速尋找有效的解題方法；後設認知與類比推理能力佳；解題效率佳。問題解決教學的重要原則，包括以下七項(Cyert,1980; Gagne,1985; Polya,1973)：

- 1.保留問題的大圖像，但未失去重要細節
- 2.藉由圖形、影像、符號或公式去重述問題、創造問題、簡化問題、細化問題
- 3.嘗試改變問題的空間，或是提出反向答案
- 4.保持正確方向的線索，並在必要時組合
- 5.採取比較法或比喻法
- 6.介紹思考技巧的教學
- 7.回憶過去的類似經驗

以問題解決程序為基礎，在創造性問題解決的模式中，則以混亂狀況的描述(mess finding)、現況資料(data finding)、問題與目標(problem finding)、構思(idea finding)、方案評選(solution finding)、方案形成(acceptance finding) (Isaksen & Trenffinger, 1984; Stanish & Eberle, 1997)六大步驟較為完整，並具有代表性。基於創造力培養的需要，宜在構思前段，加入創意思考的引導(利用型態分析法，引導學生分析的方向)，成為：1.混亂狀況的描述、2.搜集資料、3.發現問題、4.引導分析、5.構思、6.評選方案、以及7.方案形成，共七大步驟。

另一方面，當前的網路學習環境，具有以下三項特點，包括(Hackbarth, 1997)：1.網路提供了快速而經濟的搜尋方式，可供線上搜尋人物以及各類型式的資料。2.網路快速更新的特質，使得網路的內容相較於其他媒體更為豐富且新穎。以及 3.網路可以使個人(老師或學生)的作品與世界各地的其他人共同分享。在這樣的多元化、豐富化、快速取得資源的網路環境下，網路教學遂有以下三項基本特性：1.學習者可以隨時自行瀏覽全球網路上的教材；2.學習者可透過網路環境，自行建構知識；3.教師的角色轉換成一個領導者身份，引導學生在網路環境中尋找知識(溫嘉榮，1999)。因此，在網路環境下所建構的問題解決學習活動，將可以充份利用網路資源豐富與互動便利的特性，提供學習者更好的問題解決環境(Bhattacharya, 2004)。

從資訊處理的角度來說明問題解決的歷程，將有助於問題解決活動的網路化。Newell 與 Simon ( 1972 ) 將問題解決者視為一個資訊處理系統，而架構『Newell-Simon Problem Solving Model, NSPSM』，該模式包含三個階段(郭美辰，2002)：1.階段一，發展問題的內在化模式。2.階段二，將此內在模式與先前所學的問題解決方法加以比較，並找出他們的關係，從中獲得解決問題的答案。3.階段三，如果無法得到解答，則問題解決者可能選擇其他方法 選擇不同問題表徵、或放棄問題。類似的問題解決資訊概念，如 Anderson ( 1993 ) 所提的三個問題解決步驟：1.解釋階段，解題者從收錄有關事實性知識的陳述性記憶中，提取解題的相關知識。2.知識編纂，將提取出的知識轉變成一組可執行的程序階段。3.程序階段，解題流程的執行。

在網路化的問題解決活動進行方面，王千倖(1999)建議可以依照「發現了問題、問題的敘述、小組成員分工作業、小組成員個別研究、小組提出解決方案、小組討論後彙整共識、全班討論後彙整共識」的程序，利用個別學習、小組討論、及全班討論的交互應用，由學生與教師共同完成整個教學活動(引自王智玄，2003)。這些程序和本文所提出的七大步驟互相吻合，唯在活動最終階段有全班的討論。因此，經以建構主義學習理論及問題導向學習理論為基礎，以「創意電動車的設計與製作」為主要問題所設計的創造性網路化問題解決活動步驟，宜包括以下八項：

- 1.混亂狀況的描述：會注意到需要改進的地方。決定要做一些努力，來面對挑戰。利用擬真的故事情境，讓學生感受到創意設計的需要。在整個教學活動中，常常因為距離、場所、設備、經費等因素，必須有假設的、虛擬的情境。在網路的環境中，可以透過電腦的虛擬實境功能，以及網路視訊功能，提供學生擬真的虛擬實境，讓學生可以透過螢幕與音箱，接觸到更直接的視聽訊息。這些訊息將有助於學習者對問題情境的深入瞭解，進一步對混亂情境做不同的描述與界定。尤其在問題導向的學習情境中，所應重視的敘述式的訊息內容，而非解說性的文本(劉佩雲及簡馨瑩譯，2003)。網路的多媒體環境可以用多媒體形式，提供更豐富、更多元的問題相關訊息。在國小創意電動車設計的單元中，宜以情境的方式，呈現的混亂狀況，讓學生能作問題的界定。
- 2.搜集資料：詢問有關問題的成因。蒐集、分類、組織、閱讀資料，來進一步瞭解問題，提出多種問題的陳述。先讓學生討論自身的經驗，針對「我以前看過哪些特別的車子？」之類的問題與經驗分享，並互相討論。接下來針對創意電動車的設計，分別提供學生基本必備的(可以將車子組裝起來)、應該要學習的(可以設計出跑得快、有創意的車子)、最好要知道的資訊(可以進一步學到更多專業的知識，對未來發展有幫助)，讓學生自學及合作學習，建構自己的知識。在網路的環境中，學習者可以在教學網站中，詳細深入地瞭解教師所提供的相關訊息，以便對問題有基本

的瞭解。教師還可以提供相關資源網站，供學生點選查閱。最後，教師可提供關鍵字的引導，讓學習者透過網際網路的搜尋功能，蒐集、分類、組織、閱讀更廣泛的有用資料，來進一步瞭解問題，並提出多種問題的陳述。

- 3.發現問題：將問題加以細分成更小的單一的小問題，並寫成IWWMI (In what ways might I?) (我可以採取何種方法來 )的形式。在「創意電動車的設計與製作」的主要問題中，將整個大問題分成電池與馬達、齒輪組、輪胎、及車殼四個次問題。在次問題的層級中，撰寫問題內容為「我可以怎樣改變電池與馬達的連接方式，讓車子跑得更快」、「我可以怎樣改變大小齒輪的組合方式，讓車子跑得更快」、「我可以用哪些方法來改變輪胎，讓車子跑得快，或是與眾不同」、「我可以怎樣變化車殼，讓車子變得很不一樣，或是讓它跑得更快」。
- 4.引導分析：利用屬性列舉法或型態分析法(morphological analysis)，引導學生從將模型車的電池與馬達、齒輪組、輪胎、及車殼，從材料、機能、外形設計等不同的方向，進行列表與思考。
- 5.構思：先不做評論，列出多種構想，奇特的或有趣的構想都很好。最後，則選取較可能解決問題的構想。因為創意電動車的設計與製作，屬於新產品設計的問題解決，而不是困難排除的問題解決，因此，可以提供模擬式的創造思考練習網頁，讓學生練習適合的創意思考方法，包括變一變(調適，Adapt，將構想的用途加以變更，作其他的用途，例如用電動車當作膠帶座車，當作筆筒車等)、合一合(組合，Combine，將兩個無關的構想合併起來，例如幫車子加翅膀加眼睛眉毛、車子加動物花朵植物滑鼠器物等成為獨特造形)、換一換(取代，Substitute，替換原有的構想，例如車殼的卡紙材料用鐵絲網取代、或用可樂罐來取代)、大一點小一點(放大縮小，Enlarge or Reduce，局部尺寸的大小變化，例如將前輪縮小，或放大。加一點減一點(除去，Eliminate，拿掉一部份，例如拿掉一個輪子)、排一排(重排，Rearrange，例如駕駛座的位置換到最前面或最後面，而不是在中間)。在創造思考練習之後，由小組成員共同以腦力激盪的方法，利用創思技術產生構想。
- 6.評選方案：列出多個評選方案的規準，並用以改善方案，再取出幾個重要的規準，來判別最具可行性的方案。針對國小四年級的學生，教師必須協助其訂定評選規準，約二至三項即可。再讓小組共同評選最後的方案。評選的方式則直接讓學生考慮各規準後，直接指出個人的決定與原因，再共同討論即可。
- 7.方案形成：將構想變成行動方案，內含具體步驟。由小組共同完成一份工作計畫書，內含外觀設計圖、材料規劃表及工作程序。
- 8.製作與發表：根據討論的方案結果，進行電動車製作。完成以後，進行全班發表、欣賞與討論，教師可將發表情形拍攝成影片，作品做成網頁，並讓學生在網站中簡要地發表感想。



另一方面，創造力教學(創造思考教學)的主要目標，就是在培養學生的創造思考能力。創造思考的基本認知能力通常包括敏覺力、流暢力、變通力、獨創力、以及精進力，在情意態度方面具有挑戰性、好奇心、想像力、和冒險性等心理特質(陳龍安，2000)。但是本研究基於測量工具的因素(林幸台及王木榮，1994)，將創造認知能力(創造思考能力)區分為流暢力、開放性、變通力、獨創力、以及精密性，創造力態度(創造性傾向)區分為冒險性、好奇心、想像力、和挑戰性四種。此外，歷經創造程序所得到的產出，是創造力的具體表現，也是創造力的重要指標，可以從成品的內容變化、形式變化、功能變化三面來加以評鑑(毛連塏，2000)，因此本研究將以樣式特徵、機構機能、材料應用三面來評量學習者在網路化問題解決歷程後，所設計與製作電動車的創意程度。

換句話說，本研究希望學習者在網路化問題解決教學活動中，可以在 1.情境描述、2.搜集資料(自身經驗分享、網頁教學、資源網頁連結、入口網站)、3.發現問題、4.引導分析、5.構思(模擬式創思練習、小組腦力激盪)、6.評選方案、7.方案形成(線上畫設計圖、討論材料表、討論製作程序)、8.製作與發表(共同製作、全班發表討論、線上作品欣賞、心得發表)的每一個程序中，對於學習者的創造認知能力(流暢力、開放性、變通力、獨創力、精密性)及創造力態度(冒險性、好奇心、想像力、挑戰性)產生助益，並有助於提高創造活動產出的創意程度(創造力表現包括樣式特徵、機構機能、材料應用三方面)，如表二所示。

表二 網路化創造性問題解決活動對創造力的主要效果

	激發創造力的主要效果 (創造認知能力、創造力態度、創造力表現)
1.描述混亂狀況	敏覺力：對問題的察覺及重新定義
2.搜集資料	-----
自身經驗分享	創造認知：尋找相關經驗的線索，是專家問題解決能力的基礎
教學網頁	精進力：充實基本專業能力，有助於成品具體化(必須知道的)
資源網頁連結	精進力：擴大專業知識基礎(應該知道的)
入口網站	精進力：擴大專業知識基礎(最好要知道的)
3.發現問題	敏覺力：對問題的察覺及重新定義
4.引導分析	分析能力：對問題的敏覺力及重新定義
5.構思	-----
模擬式創思練習	創造認知與態度：熟悉創思技巧，習慣於創新與奇特
小組腦力激盪	創造認知與創造力表現：產生獨特構想，成為創意產品的基礎
6.評選方案	精密性與邏輯思考：有助於構想化成具體產品的可能性
7.方案形成	-----

線上畫設計圖	精密性與邏輯思考：有助於構想化成具體產品的可能性
討論材料表	精密性與邏輯思考：有助於構想化成具體產品的可能性
討論製作程序	精密性與邏輯思考：有助於構想化成具體產品的可能性
8.製作與發表	-----
共同製作	精密性與邏輯思考：有助於構想化成具體產品的可能性
全班發表討論	創造力認知與態度：從別人的創意，激發自己更多的創意
線上作品欣賞	創造力認知與態度：從別人的創意，激發自己更多的創意
心得發表	創造力認知與態度：從別人的創意，激發自己更多的創意

## 伍、網頁建置與評估

本文以建構式學習、問題導向學習、網路化創意學習為理論基礎，以國小四年級的「創意電動車設計與製作」為主題，設計一個網路化問題解決教學網站。所發展的活動網頁，先交由問題解決、創造力教學、網路學習的學者專家及有經驗的國小教師進行審查與評鑑。其次則透過教學實驗，瞭解國小四年級學生對本活動網頁的接受程度以及創造力教學的效果。

### 一、網頁規劃與設計

網路教學活動的八個步驟詳述如下。

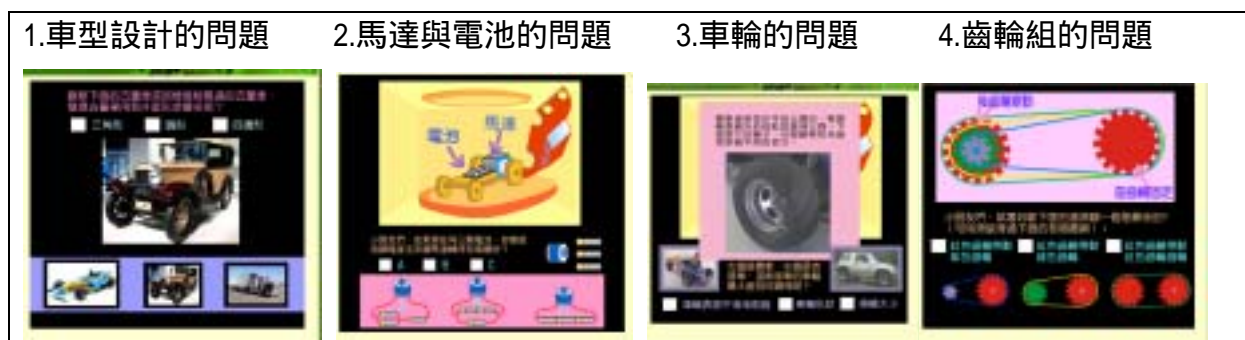
#### (一)、故事情境

網頁畫面：「小明考試進步了，媽媽同意他從玩具店買了一輛四驅車當作獎勵。小明帶到學校之後，發現很多同學都有一樣的四驅車，混在一起玩之後，幾乎認不出那一輛是他的。老師知道了以後，和其他老師討論決定要舉辦一個全校的創意電動車設計大賽，讓大家都可以設計一個跑得最快的、獨特的模型電動車。」



#### (二)、蒐集資料

1. 舊經驗的討論：網頁畫面：讓小組組員發言的留言板
2. 必要知識的探索：網頁畫面：出現車型問題、馬達與電池問題、車輪問題、齒輪組問題的互動學習畫面，在每個畫面之後，學生必須在討論區簡短重述所學到的知識，以助於知識的澄清。



3. 更多的知識：畫面出現資源網頁連結畫面，讓學生分別超連結車型問題、馬達與電池問題、車輪問題、齒輪組問題的相關網站。

4. 新知識的分享：畫面出現到討論區，讓學生分享網路探索的收穫

(三)、發現問題

畫面以圖文方式，逐一出現問題

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 「我可以怎樣改變電池與馬達的連接方式，讓車子跑得更快」</li> <li>2. 「我可以怎樣改變大小齒輪的組合方式，讓車子跑得更快」</li> <li>3. 「我可以用哪些方法來改變輪胎，讓車子跑得快」</li> <li>4. 「我可以怎樣變化車殼，讓車子讓它跑得更快」</li> <li>5. 「我可以用哪些方法來改變輪胎，讓車子變得很特別」</li> <li>6. 「我可以怎樣變化車殼，讓車子變得很特別」</li> </ol>	
--	--

(四)、引導分析

畫面出現針對輪子以及針對電池與馬達、齒輪組、及車殼的觀察與分析


<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 你看到了沒有，它(輪子)現在的外形是黃色的圓形</li> <li>2. 你看到了沒有，它(輪子)現在的材料是黃色的圓形</li> <li>3. 你看到了沒有，它(輪子)現在的結構搭配是四個一樣大的輪子</li> </ol>	
---	--

(五)、創意構思


1. 創思訓練

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 變一變：用電動車當作膠帶座車，當作筆筒車等</li> <li>2. 合一合：幫車子加翅膀加眼睛眉毛、車子加動物花朵植物滑鼠器物</li> <li>3. 換一換：車殼的卡紙材料用鐵絲網取代、或用可樂罐來取代</li> <li>4. 大一點小一點：將前輪或後輪縮小，或放大</li> </ol>	
---	--


2. 腦力激盪

<p>畫面出現主題討論的創意區，讓組員輸入創意</p>	
-----------------------------	---

(六)、評選方案

<p>畫面出現「材料能不能找到，製作技術能不能克服，是不是很特別」的評選規準，讓每個組員選一個構想及理由，再決定出最後的構想</p>	
--	--

(七)、方案形成

<p>畫面出現繪圖區，讓組員在上面繪圖，並在文字輸入的回應區當中，寫下材料規劃表及工作程序</p>	
---	---

(八)、製作與發表

各組製作一台電動車，進行全班的發表活動後，由老師將發表情形拍攝成影片，作品做成網頁。學生則在班級討論區中簡要地發表學到的內容及感想。

二、評鑑的規準

依前述規劃所設計的網頁，在進行教學實驗之前，必須先經過專家的評鑑，評鑑項目的發展，則是針對問題解決程序的適切性，主要是以建構學習、問題導向學習、網路化創造性問題解決為基礎，所彙整的檢核重點，如表三所示。

表三 建構學習、問題導向學習、及網路化創造性問題解決的活動檢核重點

建構學習	問題導向	網路化創造性問題解決
學習內容難易適中	同左	同左
		回憶過去經驗
	引導分析問題	同左

	(將問題切成數個小問題)	
情境符合學生經驗	問題符合學生經驗	情境式的問題
情境能吸引學生	問題能吸引學生	同左
利用提問使學生注意教材重點		
	自學機制	
成員間有良好互動機制(發表與討論)	同左	同左
	資料蒐集機制	網路資料蒐集的機制
	創意與決策的機制	介紹創思技術 創意腦力激盪的機制 共同評選方案的機制
		方案具體化(計畫書或模型)

根據建構學習、問題導向學習、及網路化創造性問題解決等理論基礎，所彙整的評鑑項目，再製作成一份五等第評量表，作為網頁評鑑的工具。評鑑項目包括以下十三項：

1. 學習內容難易適中
2. 充份讓學生回憶(喚起)過去的相關經驗
3. 適切地引導學生分析問題(將問題切成數個小問題)
4. 先提供情境式的開放性問題
5. 充份利用提問使學生注意教材重點
6. 完全沒有提供自學(獨立個別學習)的機會
7. 組員間有良好互動機制(發表與討論)
8. 可以學習蒐集網路資料
9. 根本沒有介紹與練習創思技術
10. 組員可以充份地進行創意腦力激盪
11. 組員可以共同評選方案
12. 可以將方案加以具體化(完成設計的計畫書)
13. 有適切的成果發表與欣賞活動

## 陸、結語

本文以建構式學習、問題導向學習、網路化創意學習為理論基礎，以國小四年級的「創意電動車設計與製作」為主題，設計一個網路化問題解決教學網站。以前述工具進行專家評鑑，發現除了「充份利用提問使學生注意教材重點」部份需要再考量學生背景與教材需要之外，其他的項目均能獲得專家的認同。進一步

經過教學實驗後也發現，學生在一般創造力以及成品(電動車)的產品創意方面的得分，均比傳統講述教學學生的表現要好。

本文所提出的創造力導向網路化活動設計架構、評鑑規準、網頁示例等，在實驗之後，均證實其可以有效增進學生的創造力，因此，也值得生活科技教師在進行生活科技教學的參考。至於在網頁的繪圖板(線上塗鴉板)、討論互動、回饋機制等方面，隨著網路技術與新式工具的開發，都還有改善的空間，相信在這些技術性與工具性的發展，更加人性化之後，生活科技課程在創造力教學方面的效果，將會有更令人激賞的成果。

### 參考文獻

- 毛連塏(2000)，第一章緒論。載於毛連塏等著，創造力研究，頁 2-55。台北：心理。
- 王千倖(1999)，「合作學習」和「問題導向學習」---培養教師及學生的科學創造力。教育資料與研究，28，31-39 頁，民 88。28 民 88.05 頁 31-39
- 王春展(1997)，專家與生手間問題解決能力的差異及其在教學上的啟示。教育研究資訊，5(2)，80-92。
- 王智玄(2003)，國民中小學科技教師運用網路實施問題解決教學能力測驗之發展研究。高雄師範大學碩士論文，未出版。
- 田振榮、支紹慈及劉宗政(2005)，問題導向學習課程的建立策略。2005 年國立臺灣師範大學科技學院問題導向學習成果發表會會議手冊，pp.1-12。
- 田振榮、支紹慈及劉宗政(2005)，問題導向學習課程的建立策略。2005 年國立臺灣師範大學科技學院問題導向學習成果發表會會議手冊，pp.1-12。
- 李永吟(1998)，認知教學理論與策略。台北：心理。
- 周天賜譯(2003)，問題引導學習 PBL。台北：心理。
- 林幸台及王木榮(1994)，威廉斯創造力測驗(Creativity Assessment Packet)。台北：心理。
- 侯世光、黃進和、彭重恩、陳綺華(2005)，工藝設計問題導向學習之課程建構與實施。2005 年國立臺灣師範大學科技學院問題導向學習成果發表會會議手冊，pp.39-62。
- 洪榮昭(2001)，知識創新與學習型組織。台北：五南。
- 張玉山(2003)，網路虛擬團隊之技術創造力研究。臺灣師範大學工業科技教育系博士論文，未出版。
- 教育部(1998)，九年一貫課程自然與生活科技學習領域。Retrieved August 30, 2005 from <http://teach.eje.edu.tw/9CC/fields/2003/natureScience-source.php>
- 莊謙本、許書務、游景勝、楊量凱、吳俊義(2005)，PBL 在電腦維修之教學策略與實施成效之研究。2005 年國立臺灣師範大學科技學院問題導向學習成果發

表會會議手冊，pp.13-38。

郭有邁(1994)，創造性的問題解決法。台北：心理。

郭美辰(2002)，問題解決教學策略應用於教學網路之研究—以大學「微處理機」課程為例。彰化師範大學碩士論文，未出版。

陳志強及林娟（1997）。建構式教學。教育資料文摘，40（1），178-192。

陳龍安(2000)，創造思考教學。載於毛連塏、郭有邁、陳龍安、及林幸台編：創造力研究，pp. 212-258。台北：心理。

馮丹白、楊紹裘、莊修田、黃慧勤、鄭欽源、魏志浩、蔡逸凡、林彥鐘(2005)，以 PBL 方式實施之室內設計教學實驗研究。2005 年國立臺灣師範大學科技學院問題導向學習成果發表會會議手冊，pp.145-164。

楊紹裘、黃慧勤、鄭欽源、魏志浩、蔡逸凡、林彥鐘(2005)，PBL 用於室內設計教學策略之研究。2005 年國立臺灣師範大學科技學院問題導向學習成果發表會會議手冊，pp.89-116。

溫嘉榮（1999），離島及偏遠地區教師遠距教學課程手冊。國立高雄師範大學的網際大學。高雄市。

甄曉蘭及曾志華（民86），建構教學理念的興起與應用。國立嘉義師院國民教育研究學報，3，179-208。

趙李婉儀(2001)，專題研習---學會學習的實踐。Retrieved July 20, 2005 from <http://www.fed.cuhk.edu.tw/~asp/Essay/ProjectLearn/>

劉佩雲及簡馨瑩譯（2003），問題解決的教與學。台北：高等教育出版。

Aleman, E.C. & Lopez, C.A.N. (2000), Problem-based learning in materials and manufacturing engineering education. Proceeding of Intertech 2000, June 14-17, Cincinnati, Ohio.

Amabile, T. (1988). A model of creativity and innovation in organizations. *Research in Organizational Behavior*, 10, 123-167.

Archiles, C. M. & Hoover, S. P. (1996). Transforming administrative praxis: The potential of problem-based learning (PBL) as a school improvement vehicle for middle and high schools. (ERIC Document Reproduction Service No, ED 397 471)

**Bhattacharya, M. (2004)**. International Conference on Computers in Education 2004. Retrieved July 30, 2005 from [http://plum.yuntech.edu.tw/icce2004/Theme3/063\\_Bhattacharya.pdf](http://plum.yuntech.edu.tw/icce2004/Theme3/063_Bhattacharya.pdf)

Blanchard A. (2005). What is problem based learning. Retrieved July 30, 2005 from [http://www.besteducationalservices.com/bus\\_solutions/1/1-WhatisPBL.pdf](http://www.besteducationalservices.com/bus_solutions/1/1-WhatisPBL.pdf)

Burroughs, J.E. & Mick, D.G.. (2004). Exploring Antecedents and Consequences of Consumer Creativity in a Problem-Solving Context. *Journal of Consumer Research*, volume 31 (2004), page 402. Retrieved May 31, 2005, from

- <http://www.journals.uchicago.edu/JCR/journal/issues/v31n2/310215/310215.web.pdf>
- Chen, C. M.(2004). *Cognitive psychology*. Taipei: Gwei-Gwan Press.
- Cordeiro, P., & Cambell, B. (1995). Problem-based learning as cognitive apprenticeship in educational administration. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 386 800)
- Coste, T.G. (1996). Group creativity: divergence and convergence in technological design. Unpublished doctoral dissertation, Michigan, Michigan Technological University.
- Cyert, R. (1980). Problem solving and educational policy. In D. Tuma & F. Reif (Eds.), *Problem solving and education: Issues in teaching and research*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Dana, T.M. & Davis, N.T. (1993). On considering constructivism for improveing mathematics and science teaching and learning. In K. Tobin (Ed.), The practice of constructivism in science education, pp.51-70. Washington, D.C. :AAAS Press.
- Gagne, E.D. (1985). *The cognitive psychology of learning*. Boston, MA: Little, Brown & Company.
- Hunt, E. (1994). Problem solving. In R. Sternberg (Ed.), Thinking and problem solving (pp. 215- 232). New York: Academic Press.
- Jackson, A., and Kutnick, P. (1996) Groupwork and computers: task type and children's performance. Journal of Computer Assisted Learning. 12 (3) 162-171
- Lee, Y. Y.(1998). Theories and Strategies of Cognitive Instruction. Taipei: Psychology Press.
- Markham, T., & Lenz, B. (2002). Ready for the world. Educational Leadership, 59, 76 – 80.
- Mayer, R. E. (1992). Thinking, problem solving, cognition. Second edition. New York: W. H. Freeman and Company.
- Nachmias, R., Mioduser, D., Oren, A. & Lahav, O. (1998). Taxonomy of educational websites - a tool for supporting research, development and implementation of web-based learning. Retrieved August 31, 2005 from <http://muse.tau.ac.il/publications/taxonomy.html>
- Nemiro, J.E. (1998). Creativity in virtual teams. Unpublished doctoral dissertation, California, the Faculty of Claremont Graduate University.
- NORMAN, G. R. & SCHMIDT, H.G. (2005). The Psychological Basis of Problem-based Learning: A Review of the Evidence. Retrieved July 31, 2005 from [http://pblkurs.psi.uni-heidelberg.de/pbl\\_norman/pbl\\_norman.PDF](http://pblkurs.psi.uni-heidelberg.de/pbl_norman/pbl_norman.PDF)
- Polya, (1973). How to solve it (2nd ed.). NY: Double day.



- Rieber, L.P. (1995). A historical review of visualization in human cognition. Educational technology research and development, 43(1), 45-56. (ERIC Document Reproduction Service No, EJ 501 722)
- Schredl, M. (1995). Creativity and dream recall. Journal of creative behavior, 29(1), 16-24. (ERIC Document Reproduction Service No, EJ 501 377)
- Stanish, B. & Eberle, B. (1997). Be a problem-solver: A resource book for teaching creative problem-solving. (ERIC Document Reproduction Service NO. ED 405-273).
- Visser, Y. L. (2003). The effect of problem-based and lecture-based instructional strategies on learning problem solving performance, problem solving processes, and attitudes. Unpublished doctoral dissertation. Florida: Florida State University.
- Wheeler, S., Bromfield, C. A., and Waite, S. J. (2001). Promoting creative thinking through the use of web based learning resources. Retrieved August 30, 2005 from <http://rilw.emp.paed.uni-muenchen.de/2001/abstracts/wheeler.html>
- Wild, M. (1996) Investigating verbal interactions when primary children use computers. Journal of Computer Assisted Learning. 12 (2), 66-77. Retrieved July 31, 2005 from <http://www.jcal.info/jcalab96.htm>
- Woods D. (2005). Problem-based learning, especially in the context of large classes. Retrieved August 10, 2005 from <http://chemeng.mcmaster.ca/pbl/pbl.htm>

### 謝誌

本文係國科會研究專案「透過網路化生活科技問題解決活動以培養學生創造力之研究」(計畫編號 93-2511-S-003-045-)的階段性研究成果。除了感謝國科會的資助,更要感謝何宜軒、莊宗勳、林芳安三位老師的協助,使研究得以順利完成。