

活動導向的科技教育課程設計與教學經驗分享

*林坤誼

*台灣師大工業科技教育系博士生

壹、前言

在吳大猷講述，黃偉彥、戴念祖、葉銘漢（2001）整理的「早期中國物理發展的回憶」一書中提到：「百年來我國科技落後西方的直接原因，就是我們採用科舉取士，這個影響是什麼呢？科舉取士就是用考試的方法，把你唸書的範圍定義好了。（頁33）」現行中小學九年一貫課程改革的主要理念，便是期望擺脫傳統課程標準侷限教學內涵的形式，轉而以培養學生具備有帶著走的能力為目標，以擺脫考試領導教學的傳統觀念。面對此一能力導向的九年一貫課程改革，我國科技教育的課程設計與教學亦須隨之轉型。換言之，一個口令一個動作的傳統工藝課程設計與示範教學已無法符應現階段科技教育的需求，而應以促進者（facilitator）的角色以協助學生學習不同的科技教育活動。Bybee 與 Loucks-Horsley（2000）曾提到：「假使科技教師們無法深切的體認他們所欲教導的科技概念，那麼他們也不能夠期望學生能夠學習科技的概念。（頁31）」因此，科技教師在教導科技教育課程時，若能夠充分體認並運用活動式導向的科技教育教學，以讓學生能夠在學習過程中培養相關的能力，那麼才能夠真正地達到九年一貫課程改革的訴求。本文主要介紹科技教育活動導向的課程設計，以及分享運用科技教育活動導向課程的教學經驗。期望能提供自然與生活科技領域的教師們在進行科技教育活動導向教學時能夠有所借鏡，避免因為不了解科技教育活動導向的課程設計與教學理念，而又將科技教育活動侷限在僅注重成品導向的手工藝訓練課程。

貳、活動導向的科技教育課程設計

教育改革應著重在批判性思考的過程（包括問題解決與學生評鑑），同樣的課程發展與專業發展也應致力於透過確實的學習與問題解決教學策略來培養學生問題解決的能力（Custer, Valesy & Burke, 2001）。故我國現階段活動導向的科技教育課程設計，主要便是以問題解決導向為基礎而發展。問題解決活動導向的科技教育課程設計要點可分述如下：

一、課程目標

有了明確的活動課程目標，才能確保學生透過學習活動之後，能夠依照教學者的設計以達成預定的目標。因此，在設計問題解決活動導向的科技教育課程時，其首要之題便是確立活動課程目標。

二、基本能力指標

我國九年一貫課程改革，十分注重培養學生相關的基本能力。因此，教師未來若欲設計符合九年一貫課程理念的科技教育活動導向課程時，有必要先了解科技教育課程在自然與生活科技領域中，其主要培養學生達成的基本能力指標為何（如表 1），再藉由雙向細目表（如表 2）以規劃出在活動中，課程目標與基本能力指標間的相互對應關係。

表 1 生活科技學域的能力指標

4.科技的發展

科技的本質

- 4-2-1-1 了解科技在生活中的重要性。
- 4-2-1-2 認識科技的特性。
- 4-3-1-1 認識科技的分類。
- 4-3-1-2 了解機具、材料、能源。
- 4-4-1-1 了解科學、技術與數學的關係。
- 4-4-1-2 了解技術與科學的關係。
- 4-4-1-3 了解科學、技術與工程的關係。

科技的演進

- 4-3-2-1 認識農業時代的科技。
- 4-3-2-2 認識工業時代的科技。
- 4-3-2-3 認識資訊時代的科技。
- 4-3-2-4 認識國內、外的科技發明與創新。
- 4-4-2-1 從日常產品中了解台灣的科技發展。
- 4-4-2-2 認識科技發展的趨勢。
- 4-4-2-3 對科技發展的趨勢提出自己的看法。

科技與社會

- 4-2-2-1 體會個人生活與科技的互動關係。
 - 4-2-2-2 認識家庭常用的產品。
 - 4-2-2-3 體會科技與家庭生活的互動關係。
 - 4-3-3-1 了解社區常見的交通設施、休閒設施等科技。
 - 4-4-3-1 認識和科技有關的職業。
 - 4-4-3-2 認識和科技有關的教育訓練管道。
 - 4-4-3-3 認識個人生涯發展和科技的關係。
 - 4-4-3-4 認識各種科技產業。
 - 4-4-3-5 認識產業發展與科技的互動關係。
-

表 1 (續)

8.設計與製作

- 8-3-0-1 能運用聯想、腦力激盪、概念圖等程序發展創意及表現自己對產品改變的想法。
- 8-3-0-2 利用多種思考的方法，思索變化事物的機能和形式。
- 8-3-0-3 認識並設計基本的造形。
- 8-3-0-4 了解製作原型的流程。
- 8-4-0-1 閱讀組合圖及產品說明書。
- 8-4-0-2 利用口語、影像(如攝影、錄影)、文字與圖案、繪圖或實物表達創意與構想。
- 8-4-0-3 了解設計的可用資源與分析工作。
- 8-4-0-4 設計解決問題的步驟。
- 8-4-0-5 模擬大量生產過程。
- 8-4-0-6 執行製作過程中及完成後的機能測試與調整。

資料來源：教育部，2003。

表 2 雙向細目表

課程目標								
能力指標	目標 1	目標 2	目標 3	目標 4	目標 5	目標 6	目標 7	目標 8
8-4-0-4	設計解決問題的步驟。							
8-4-0-5	模擬大量生產過程。							

註： 高度相關 相關

資料來源：李隆盛，2002。

三、問題

科技教育的主要任務在充實學生的科技素養，以解決現在和未來的各種實務問題。所以解決問題乃成為科技和科技教育的目的與內容（Hatch, 1988；引自李隆盛，民 85）。所以當我們在進行科技教育的課程設計時，如何選擇或規劃完善的問題解決教學活動，便是相當重要的一環。Johnson（1987）曾歸納出許多解決問題研究文獻中對解決問題教學策略的建議如下（引自李隆盛，民 85）：

1. 要規劃學生所不熟悉的活動。
2. 要在學生的能力範圍內規劃活動。
3. 提供學生各種不同類型的問題，注意給學生問題而不只是練習。

4. 教導學生各種解決問題的策略和解決問題的整體計畫。
5. 利用開放式的設備和作業問題使學生有界定和解決問題的經驗。
6. 讓學生在試行解決方案之前先腦力激盪各種可能的解決方案。
7. 積極和開放地鼓勵革新和創造性的構想和解法。
8. 旁觀學生實驗各種技術以解決問題，但要在他們遭遇大挫折之前施予援手。
9. 詢問可促進學生興趣和參與的引導性問題。
10. 著重較高層次思考能力（如分析、綜合和評鑑）的教學。

四、學習報告

在強調多元評量的時代中，純粹依靠傳統的紙筆測驗以評量學生的能力已經無法符合教育的需求，尤其是活動式導向的課程，更是需要有明確的學習歷程紀錄，才能便於教師進行形成性的評鑑（formative evaluation）。此外，透過學習報告的輔助，將更有助於學生在科技教育學習活動中的學習。茲將學習報告的參考型式列舉如下（方崇雄，1995）：

（一）學習報告 1

1. 問題敘述：主要讓學生確認問題、時間和限制。
2. 資源分析：主要讓學生分析資源（例如所需的工具、機器、材料）。

（二）學習報告 2

1. 讓學生能夠針對問題去蒐集相關的資料，並分析資料的有用程度。
2. 讓學生能夠根據蒐集到的資料發展三種不同的解決問題的方案。
3. 讓學生能夠學習評鑑各個解決問題方案的優劣。

（三）學習報告 3

1. 規劃使用的工具與機器。
2. 規劃使用的材料。
3. 規劃工作步驟。
4. 進行工作分配。
5. 進行時間分配。
6. 繪製完整設計圖。

（四）學習報告 4

1. 測試與評鑑（尺寸、功能等項目）。

2. 改進 (思考整個活動過程中需要改進的地方)。

五、活動評量

問題解決活動導向的科技教育學習活動可以採用如表 3 所示的評分表, 此種評分表含評量標準和配分, 具有引導學生學習的功能, 所以是一種評量導板 (rubrics) (李隆盛, 2001)。

表 3 問題解決導向的科技學習活動評分表示例

單元名稱評量項目與配分	活動名稱
一、文件 (60 分)	
1. 概要 / 明細 (10 分)	
1.1 沒有概要或明細.....	0
1.2 有概要沒有明細.....	5
1.3 有概要和明細.....	10
2. 探究 (10 分)	
2.1 沒有探究.....	0
2.2 針對問題研讀資料, 但探究深度不足.....	5
2.3 有良好的探究, 並因而獲得問題性質及相近問題 解決方法方面的新知識.....	10
3. 解決方法 (10 分)	
3.1 只考慮過唯一的解決方法.....	0
3.2 有兩個解決方法, 但其中只有一個被認真考慮 過.....	3
3.3 至少有三個解決方法, 但未採用方法的理由未 清楚列出.....	4
3.4 至少有三個解決方法, 其中兩個被認真考慮過 , 且未採用方法的理由已列出.....	8
3.5 至少有四個解決方法, 其中三個被認真考慮過 , 且沒採用理由已清楚地列出.....	10
4. 作品測試 (10 分)	
4.1 作品未被測試過.....	0
4.2 作品曾被測試但未呈現結果.....	4
4.3 作品曾被測試過但呈現的結果薄弱.....	7
4.4 作品曾被測試, 且呈現結果良好.....	10
5. 評鑑 (10 分)	
5.1 沒有書面的評鑑.....	0
5.2 有評鑑但不夠周延適切.....	2
5.3 有評鑑但缺適切自評資料.....	4
5.4 有良好評鑑, 含自評資料及對各種解決方法的建 議.....	8
5.5 有良好評鑑, 含適切自評資料及對各種解決方法 的採用理由與改進.....	10

(續表 3)

單元名稱評量項目與配分	活動名稱
6.整體 (10 分)	
6.1 沒有工作文件.....	0
6.2 有少量文件但對所需器材未列出，且結構不夠嚴謹清晰.....	4
6.3 有文件且列出一些所需器材，結構嚴謹清晰度亦不錯.....	7
6.4 有良好文件列出所需器材，且結構嚴謹清晰.....	10
文件合計	
二、作品 (40 分)	
1.作品劣，呈現不出技藝.....	0
2.作品差，只呈現些微技藝.....	8
3.作品可，但技藝不良.....	16
4.作品某些細節已被注意.....	24
5.作品品質高，採用的方法和器材適切，但仍有改善空間.....	32
6.作品品質優，細節均被注意.....	40
作品合計	

資料來源：李隆盛，2001。

參、活動導向科技教育課程的教學經驗分享

透過前述步驟所發展出之活動導向科技教育課程，教師所扮演的促進者角色，通常須依賴學習報告以進而有次序的引導學生進行活動。本文主要提供使用前述學習報告的教學經驗與心得，期望能夠讓其他採用此一課程模式的教師在教學上更為順暢，且更容易達到科技教育的目標。

一、學習報告 1

1.問題敘述 - 主要讓學生確認問題、時間和限制

當我們思考平日在解決問題時，是否常常會因為沒有確認問題，而導致於辛苦努力的結果，最後竟不能夠解決我們所欲解決的問題。因此，此步驟主要是期望能夠要求學生在解決問題之前，務必再次確認要解決的問題是什麼？有多少時間可以解決這個問題？以及解決這個問題是否有什麼限制？等。

2.資源分析 - 主要讓學生分析資源（例如所需的工具、機器、材料）

當我們確認完問題之後，首先必須要做的工作便是分析我們需要什麼樣的資源？唯有清楚地事先規劃好所需的事物，才能確保在活動過程中能夠順

暢地完成。

二、學習報告 2

1.讓學生能夠針對問題去蒐集相關的資料，並分析資料的有用程度

當學生進行活動式導向的課程時，常常習慣於用已有的經驗或者知識去解決問題，而不願意針對該解決的問題蒐集相關的資料，並規劃出更佳解決方案，因此學習報告 2 便是要讓學生養成蒐集資料、分析資料有用程度的研究態度。

2.讓學生能夠根據蒐集到的資料，發展三種不同的解決問題的方案

當學生蒐集到所需相關的資料之後，便可以要求學生規劃出至少三種以上的解決方案；就學生的習慣而言，他們通常只有第一個設計圖會較仔細設計，其餘兩個設計圖則會會有兩種情況發生：(1)畫類似第一個設計圖，(2)隨便畫畫敷衍了事(為什麼會知道學生隨便畫畫呢？因為後續的步驟要學生評鑑此設計圖的有用程度、或能否達到評鑑標準時，學生自己都會勾選沒有用或者不能達到評鑑標準。)因此，教師要嚴格要求學生必須慎重規劃出三個解決問題的方案，如此方能激發學生的潛能。

3.讓學生能夠學習評鑑各個解決問題方案的優劣

許多學生在活動中習慣於使用唯一的一個解決方案。因此，甚少了解該如何去評鑑一個方案的好壞。教師可以協助規劃出一個評鑑表格，讓學生自我評估方案的優缺點，並選擇出最佳的執行方案。

三、學習報告 3

當學生決定了最佳的方案之後，便要開始規劃詳細的製作過程，茲將規劃過程分述如下：

1.規劃使用的工具與機器

事先了解應該要使用到的工具與機器有那些，並注意使用的安全與技巧。

2.計算使用的材料

學習仔細且精密的計算該使用何種材料、規格、數量等，通常學生習慣於買超過許多其實際所需的材料「以應不時之需」，這便是其數學計算方面的能力不夠，必須再多加訓練此一方面的能力。

3.規劃工作步驟

(1)買材料、(2)製作、(3)完成等三個步驟是學生最常寫的步驟，不

但過於簡略，而且無法讓人了解實際施工時到底該如何進行，因此教師必須要求學生要能夠「詳細」的規劃工作步驟，例如該先切割幾塊多大的材料、該先接合哪幾部分等，此種不但是邏輯思考能力的訓練，更是訓練學生「找出問題」能力的最重要關鍵點。

4.進行工作分配

「單打獨鬥」是中國人的特性，中國人常被外國人批為一盤散沙，也就是因為彼此間不肯合作的緣故。而此種情形很不巧的也常會出現在活動的過程中。因此，教師必須確實的注意每一位同學是否能夠「適才適用」，讓每位學生都能發揮己長，以製作出最佳的成品。

5.進行時間分配

「做一步，算一步」是一種散漫毫無目標與計畫的心態，而在活動的過程中，學生也常常會漠視之前所規劃的時間表，而一直拖拖拉拉的延遲進度，因此教師如何妥善的教導學生分配時間並督促進度，便是相當重要的關鍵點。

6.繪製完整設計圖

要能夠利用圖畫、文字將自己的構想詳細的表達出來，這是九年一貫基本能力指標中的一項，因此教師必須要要求學生最後繳交一張完整的設計圖，而張設計圖必須要能夠讓其他人能夠清楚、明確的接收到其所要表達的訊息。

四、學習報告 4

1.測試與評鑑（尺寸、功能等項目）

根據設計圖測試成品與設計圖的符合程度、以及其他相關的功能等，讓學生實際了解到自己所完成的成品達到何種標準。

2.改進（思考整個活動過程中需要改進的部份）

每一個活動最有價值的部份就是活動最後的「反思」時間。能夠反省整個活動的過程，並進而提出修正的意見，以利於後續進行活動的進行，才是學生收穫最大的時刻。

肆、結論與建議

為了能夠達到課程統整的目的，未來勢必會有更多活動導向的課程陸續登場，本文藉由提出科技教育活動導向的課程設計與教學經驗，期望能夠提供教師在進行科技教育教學時能夠有所參照。此外由於在中小學九年一貫課程改革中，科技教育課程被規劃為自然與生活科技領域之中。因此，其所扮演的角色便如同橋樑般以連結各學科領域的學習，例如美國紐約州的數學、科學與科技（MST）取向的課程統整模式；或使用科學、科技與社會（STS）取向的課程統整模式。綜而言之，期盼我國的科技教育課程能夠被更廣為重視，進而擺脫傳統工藝被列為副科的角色。身為台灣科技教育界的一員，我們都殷切的盼望在未來九年一貫課程的推行下，我國的科技教育課程能夠與美國、英國、澳洲、紐西蘭等國家一樣，在普通教育的領域中受到應有的重視。

參考書目

- 方崇雄（1995）。國民中學生活科技教育問題解決模式課程設計與實驗研究。台北：中華民國工藝教育學會。
- 吳大猷講述，黃偉彥、戴念祖、葉銘漢整理（2001）。早期中國物理發展的回憶。台北：聯經。
- 李隆盛（1996）。科技與職業教育的課題。台北：師大書苑。
- 李隆盛（2001）。科技與人力教育的新象。台北：師大書苑。
- 李隆盛（2002）。科技與人力教育的變革。台北：師大書苑。
- 教育部（2003）。國民中小學九年一貫課程各學習領域課程綱要。2003年12月6日，取自 <http://140.122.120.230/data/kying/20031241215/index.htm/>。
- Bybee, R. W. & Loucks-Horsley(2000). Advancing technology education: the role of professional development. *The Technology Teacher*, 60(2), 31-34.
- Cluster, R. L., Valesey, Brigitte G. & Burke, Barry N. (2001). An assessment model for a design approach to technological problem solving. *Journal of Technology Education*, 12(2), 5-20.