

教學活動中學生創新機會的設計 - 專題學習的應用

張民杰

東吳大學師資培育中心助理教授

摘要：培養學童的創造力是各國課程改革的目標之一，在我國九年一貫課程的基本能力也闡明要培養學生創造的能力，具有創新的精神。如何透過自然領域的教學活動，培養學童創造力呢？引導學生主動去探索和學習、提供學生創新機會，形成內在動機，應是可行的做法。而現職的國中自然與生活科技學習領域教師是如何引導學生主動學習呢？有沒有什麼教學模式可以引導學生主動學習？引導學生主動學習的教學模式在教學實施時會碰到什麼困境？如何解決？

為回答上述問題，本文擬分四部分提供研究心得。第一部分分享訪談現職國中自然領域資深教師，對於如何引導學生主動學習的做法，包括：要求學生問問題或教師提問題來激發學生挑戰的潛能；延緩批判，給予舞台；讓學生從舞台中得到成就感和創意等。第二部分介紹可以在教學活動中提供學生創新機會的教學模式--專題學習，其理念和做法。第三部分提供「走馬燈」、「降落傘」兩則專題學習的設計實例，並將實施歷程和成果提出說明和討論，檢證可以引起學生主動學習、讓學生分享完成的作品，獲得成就感和創意的效果，尤其對學習低落學生也具吸引力，且作品產生「所有權」的效果，更讓學生產生時間較為持久的記憶。第四部分探討在目前國中自然領域實施專題學習的可能困境和解決策略，供自然領域教師教學參考。

關鍵詞：創新教學、專題學習、培養創造力、主動學習

壹、前言

創意是二十一世紀的主流價值，而培養學童的創造力更是各國課程改革的目標之一，在我國九年一貫課程的基本能力就闡明要培養學生創造的能力，具有創新的精神。而如何透過自然領域的教學活動，讓學童有創新機會呢？培養創造力的方法很多，以社會心理學的觀點而言，強調的是創造思考的「內在動機」(周甘逢、劉冠麟譯(2004：頁 4-22)，也就是個體真正想要作某件事所產生的慾望即是創造思考的動力，因此提供學生創新機會、引導學生形成內在動機，主動去探索和學習，應該是培養創造思考的可行做法。

目前現職的國中自然科技教師是如何引導學生主動學習呢？有沒有什麼教學模式可以引導學生主動學習？引導學生舞動學習的教學模式在教學實施時會碰到什麼困境？如何解決？

為回答上述問題，本文擬分四部分提供研究心得。第一部分想要分享訪談現職國中自然與生活科技學習領域(以下簡稱自然領域)資深教師，對於如何引導學生主動學習的做法。第二部分介紹可以在教學活動中提供學生創新機會的教學模式--專題學習，其理念和做法。第三部分提供「走馬燈」、「降落傘」兩則專題學習的設計實例，並將實施歷程和成果提出說明和討論。第四部分探討在目前國中自然領域實施專題學習的可能困境和解決策略，供自然領域教師教學參考。

貳、現職自然領域教師對引導學生主動學習的做法

新奇的事物、讓學生產生認知失衡通常是引起學習動機的起步，然而這些外在動機如何轉化為內在動機？激發學生挑戰的潛能，給予成功經驗和成就感是可行的作法，教學過程應該考慮學生個別差異，不要急著給學生標準答案，延宕學生的需求，讓學生經歷主動探索與研究、及獨立思考與解決問題的過程，也是不可或缺的。以下是張民杰(2004)訪談台北縣市 18 位資深的自然領域教師，歸納出來許多老師對如何引導學生主動學習的做法，包括：要求學生問問題或教師提問題來激發學生挑戰的潛能；延緩批判，給予舞台；讓學生從舞台中得到成就感和創意。以下是訪談內容的摘述：

(一)要求學生問問題或教師提問題來激發學生挑戰的潛能

「問問題是要求學生問問題，我會指名學生上來問問題。我會讓他有準備，讓他知道我要問他們問題，所以他們一定要先預習，可能在上課之前，我就會要他們先說說他回去看的，覺得哪裡最難理解，課本或教材裡面哪一段的敘述，他覺得可能是最困難的地方，其實大部分的學生反應都非常雷同，學生可能不能馬上接受課本中的文字說明。再者，就是在生活生找例子讓學生思考和探究，例如：

問(受訪者)：冬天天氣冷，用紙杯泡咖啡喝，端起來很燙時，該怎麼辦？

答(訪談者)：再多放一個杯子。

問：為什麼再多放一個杯子就 OK 了呢？科學概念就在裡面。

答：隔離。

問：對，怎麼隔離它呢？

答：空氣啊！

問：空氣是不良導體。但要如何講解呢？這是很深硬的東西，這時候學生就可以有深刻的體會。

答：對、對、對！

問：紙也是不良導體，但是你摸起來一樣熱的要死，但是你現在放兩個杯子下去卻好多了，就是因為空氣的阻隔。」(訪談教師 01)

「為什麼要學科學，就是為了解決問題，而只有人在一起才會遇到問題。而今天這個問題，課本裡找不到答案，學生會不會有興趣，一定會有，人喜歡挑戰，但沒有被激發。上課都在睡覺的同學，他們也是有挑戰的潛能，那為什麼老師不給他們挑戰的潛能，其實是老師沒有去想該如何教學生，老師一直在那個框架裡面，無法跳脫固有的思維，而做探究的好處就是跳脫那個思維。」(訪談教師 02)

「問：現在有二個紙杯疊在一起，中間放一枚硬幣，要怎樣不用手抖動也可以把硬幣拿出來？

答：倒一些密度比它大的液體灌在中間。

問：所以你已經學太多，被所學的東西限制了。其實只要用吹的就可以出來了。(吹杯子，杯子掉落地面，二個紙杯就可以分開。)

答：嘗試吹吹看(動作)。

問：吹的角度會影響，而杯子的種類(紙杯、塑膠杯)也會影響，這就是知識的建構。

答：也是探索的過程，為什麼有時候吹不出來，這是什麼原理？

問：白努力原理，吹的時候旁邊壓力大，就會把它提起來。

答：那硬幣放下去還是可以囉？

問：對，可以。所以你就知道它的威力多大。

答：是靠壓力差，讓杯子動？

問：然後放越多的硬幣下去，讓學生挑戰誰的力氣大。有人中氣實足一吹300元的硬幣就出來了。這樣的方式就引起學生的注意，讓他去觀察、去做比較。因為我們現在常常都會設計很乏味的實驗讓學生照做，一點挑戰性都沒有，學生就會沒興趣。但如果你給學生有挑戰性的東西，他會連下課時間都會挑戰下去(繼續吹，把硬幣吹出來)。」(訪談教師 01)

學生問問題或教師提問的功能很多，可以引起學生學習的興趣與動機，引導學生思考，能引發學生做更多的聯想，有助於創造、思考例的提升(李春芳，1997：頁 211-212)。受訪的教師要求學生問問題與提問，確實是個引導學生主動學習的常用策略。

(二)延緩批判，給予舞台

「鐵氟龍的東西其實很難洗，用水洗再怎麼洗也是沒辦法，因為水無法進到縫隙裡面，那要用什麼方法賣個關子，讓學生回去想一想，一個月之後大家再來想一想是用什麼方法，來把鍋子洗乾淨。這樣就有噱頭，學生就會期待，比如說現在答案就在他心裡面，只是他沒說出來。有些學生反應比較遲鈍，沒辦法在短時間想出來，這樣他會有失落感。這些學生會想：大家都那麼聰明，老師一問都會，我都不會，就沒有學習動機。所以知道答案先不要說，明天繼續，這叫延緩批判。不管說的對不對，都沒關係，明天再繼續，讓學生有動力回家繼續想這個問題」(訪談教師 02)。

「所以我們在進行所謂的創新教學，不是只有一直鼓勵優秀的學生，然後冷落那些中後段的學生，我們要有各種技巧在裡面。有些學生，老師教了半天，還是說不出個所以然，而老師也很容易被優秀同學吸引住，而忽略了中後段的學生。所以我就會注意到，不要只有點那些優秀的學生起來回答。如果我要做一個騙人的教學觀摩，我就都點那些優秀的同學起來回答，這樣的話老師的教學成效多好啊。但我不是這樣做法，我每個位子都有注意，即便學生講的零零落落也沒有關係，我們還是要給他講。每個孩子在家裡也都可以做實驗，今天在怎樣糟糕的孩子，我也會讓你表現和發言。再怎麼弱勢的學生也都可以做走馬燈，但是一般的學者不會想到這點」(訪談教師 02)。

「有些功課很好的學生講錯也有可能，所以我除了會給平常表現很好的孩子鼓勵和獎勵，也會叫一些平常表現沒有那麼突出的孩子來補充看看，如果他補充得很好，他會很有成就感。我這個方法就是增加孩子的信心度，也就是在孩子發問的過程中，有一些更細膩的動作」(訪談教師 03)。

「因為那時候我們國家的核四正如火如荼的在建設，但是遇到一些困難，我就會把這個問題、這個時事拋給他們，希望他們做一個報告。我會讓他們去發表說：『你覺得核四到底要不要建？』，有的孩子就會說要建、有的孩子說不要建，他們就會產生兩邊的聲音，這兩邊的聲音其實都有科學在裡面，我盡量告訴自己如果太早給他們答案，其實就會阻礙了他們的一些想法。所以我以前都會很積極地說到底要不要建？建有什麼好處；不建有什麼好處或壞處這樣子，可是現在我的教法就是盡量不要給他們答案，讓他們自己去講，有的孩子會舉手發表要建或不建，然後讓他們去瞭解。我說對，其實你們的觀點就是這樣子嘛，換做是一個大社會裡面當然也有這樣的聲音，所以我就把這個問題給他們之後，讓他們去想，然後也不給他們正確答案，讓他們自己去找資料再來討論」(訪談教師 08)。

Slavin(200)提到要教導學生創造性的問題解決的策略，有一項重要的原則是避免讓學生匆促地解答，而是停頓在該問題上加以深思，並且在選擇行動方向之前，必須先深思熟慮或徹底地全面考慮幾個可行的方案(引自王明傑、陳玉玲譯，2003：頁 384)。受訪的老師們提出「延緩批判，給予舞台」的做法，正符合這項說法。

(三)讓學生從舞台中得到成就感和創意

「而你(指教師)要激發他(指學生)主動，雖然說他考試成績都很爛，不管他做什麼東西，在科學課要讓他有舞台，因為他考試考得很差，沒有舞台，就沒有趣味，所以我們要給他一個舞台，他才會有主動求知的動機，才會想做得更好。我認識一個國一的學生，他很有趣，做一架很小的飛機，在發射之前全班的同學都笑他，結果射出去飛得好遠喔！這讓全班同學體會到飛機有巨無霸、也有噴射機，它們的體積也差很多喔，所以飛機怎麼飛跟它的體積是沒有關係的，原先學生有一個迷思概念是飛機越大越好，但這個事件讓他們改變了這個迷思。而那位學生也在此發揮創意並得到成就感。」(訪談教師 01)

「我給小六升國一的玩射紙飛機，學生欲罷不能，下課也不下課，就會有人下課的時候偷偷看別人是怎麼折的，想要知道別人怎麼做。譬如說你做的不錯，我就請你來作老師，你為什麼會這樣折而且有這種想法。其實科技的進展就是這樣，為什麼你會這樣想而別人為什麼不會，各有脈絡在，有可能是某天看到什麼東西引起的靈感。而你今天作了老師，同學覺得你講的很棒，你也會得到成就感」(訪談教師 03)。

「我發現有些孩子是屬於操作型的，有些用寫、用抄的就是不會，但是讓他直接用物品來實作，就做得很好。我要他們做可以浮在水面上用黏土做的船，結果竟然是班上中下的孩子做得最好，這一點讓我覺得很奇怪。還有一次我是講到位能跟動能，就是用丟蛋的比賽，有一次發現一個資源班的孩子，他做的最好，我真的很訝異，這孩子並不聰明啊，可是他操作上最好，他是怎麼做的呢？他很用心的去折小氣球，像紙鶴一樣，把蛋包起來，他做的體積最小，一般都是用降落傘體積很大，而且試驗很多次都不會破，讓老師和同學都很訝異，所以他是第一名。他就很有成就感，也從這裡找到了自信心。我發現那些操作型的孩子，在學習成績上並不一定是高成就的，就讓他去嘗試，他會很有興趣」(訪談教師 03)。

McClelland 提出成就動機理論，就說明了學生具有成就的需求，因此張春興、林清山(1987：頁 270)提出「動機？行為？滿足？興趣」的模式，如果教師們可以給學生舞台，那麼有成就感後就可以得到滿足，隨之對學習的事物產生興趣，那麼主動學習和創意就會因應而生。

參、引導學生主動學習的教學模式之一：專題學習的理念與做法

九年一貫課程自然領域「主動、探索與研究」基本能力提到的「主動學習」、「主題探索」、「專題研究」，就可以設計上述引導學生主動學習的歷程，而專題學習(project learning)可說涵蓋了「主動學習」、「主題探索」、「專題研究」，開始以問題做驅動，讓學生動腦思考、動手做，不斷嘗試和試驗，並在最後完成作品時發揮創意，得到成就感和成功經驗(Berman, 1997；Krajcik& Czerniak and Berger,1999；鄒慧英，2000)。以下針對專題學習的理念和做法加以探討。

(一)專題學習的特徵和類型

歸納 Fogarty(1997：78)提出的看法，專題學習有以下特徵：第一、專題學習是以專題為核心，其性質是動態的、動手做、嘗試錯誤的真實經驗，可包含錯綜複雜、可見的和適合學生個人的專題。第二、專題學習要求學生投入知識、才能和創造力，讓學生產生歡欣和具積極性的學習經驗。第三、專題學習經常發生在合理的時間架構裡，教學時間視專題的性質從一個禮拜到一個學期都有。第四、專題學習的過程經常有明確的規範和綱要，諸如所需要的器材清單、表現的特殊規定、以及必須遵守的時間限制等。第五、專題學習需要學生發揮創造力和執行力，最後必須將所學組織起來完成一個與目標相關的特定作品，並且將作品加以呈現或表現。作品是多元的，可以包括戲劇表演、音樂作品、模擬測試、時裝展示、讀書報告、研究論文、多媒體的呈現、器械的發明等。

Fogarty(1997:79-80)進一步提出專題學習可有下列五種類型：結構式專題(structured projects)、樣版式專題(template projects)、相關議題式專題(topic-related projects)、相關類型式議題(genre-related projects)、及開放式專題(open-ended projects)。

1.結構式專題：

結構式專題有特定的限制，預先決定作品的參照標準，經常在規格、材料和功能都已經有所規定的作品。結構式專題的教學時間從一個禮拜、一個月或一學期都有。結構式專題的例子，像是「蛋的墜落」、「彈弓」兩個單元。在「蛋的墜落」專題裡，要求學生必須作一個容器，可以保護蛋，讓它從 150 公分高掉下來不會破。而「彈弓」專題，學生必須建造一付彈弓。這些專題在重量、距離、時間、強度或品質，有必須遵守的嚴格條件。假如作品不能符合特定的要求，這種作品就是不及格。實例中的「降落傘」專題學習，即類似前述「蛋的墜落」單元，也屬於這種類型。

2. 樣版式專題：

專題架構有一個預先存在的樣板，自然地也有預存的材料，但也可以有其他適合的材料來做。例如：學校的刊物就有普遍接受的結構，提供了一個樣板，但每期的刊物有該期的書面主題、內容和圖片，仍可顯現創意的。學生可以在給予樣版架構下，自由地創造和製作。實例中的「走馬燈」專題學習，也屬於這種類型。

3. 相關議題式專題：

學生在一個單元的學習裡，從教師提供或同學腦力激盪所獲得的選項中選擇有興趣的議題來進行專題學習。這是最典型的、傳統類型的相關議題式專題。當學生自己選擇有趣的議題，就會有動機深入探究並產生作品，不但凸顯出學習成果，也顯示個人認為的重要性。例如：學生研究第二次世界大戰，可能從概念或事件中的特定人物、地點，選擇出議題。這些個別的議題可以包括人物像：Franco, Patton, 和 Mussolini；地點像：Philippines, Hiroshima 和 Pearl Harbor；或是概念如：宣傳、迫害和合理化。假如學生選擇研究人物 Patton，就可用多元的方式呈現 Patton 爭議的議題來完成專題；假如學生想研究第二次世界大戰的「宣傳」，完成的專題可能是學生撰寫和現在宣傳技術所做比較的報告。

4. 相關類型式專題：

相關類型式專題遵循一個特定的類型，規範是很明確的，而且呈現出關鍵的因素。相關類型式專題有些會設定規範，但學生還是可以發揮創造力，不像結構式專題那麼有限定學生接受的工具和遵循的綱要。例如，教師可能在每年的文學課程裡都有傳記的單元，在這個單元要求學生閱讀有關創造力天才的傳記，並要學生製作人物木偶，並把傳記裡的內容呈現在木偶秀裡，如此很多創意和新意就會出現在最後的作品和呈現中。

5. 開放式專題：

開放式專題給了最少的引導、最少的參照標準和最少的結構，以鼓勵冒險和創新思考。開放式專題可以促進發現、洞見和發明。學生在開放式專題裡尋求新的想法，而且也經常在私底下發現新想法，容許學生發現自己獨特的解決方案。開放式專題構成一個挑戰的形式，提供學生思考、相關想法和技能使用的平台。例如，大學生在工業設計課裡，挑戰普通電學，去發現稱為 Lexon 的塑膠產品的導體來使用。這樣的專題只有很少的綱要，而且沒有截止期限和進入的規則，完成的作品從調和運動場館逃生口燈光的塑膠套子，到求生設計的反射鏡都可以。還有像是設計老人使用的家具物件或廚房器皿、設計太陽能動能的車子，以及建造一個可以提高收音機收訊效果的風箏，這些專題的目標都是開放的，以鼓勵創意和冒險。

(二)專題學習的教學步驟

Fogarty(1992:81-85)運用 O. W. Holmes 三層次的智慧模式來說明專題學習的過程：第一個階段是蒐集活動：從學生想法中選擇、或教師給定產生專題。學生從事的任務是我們在學校情境中熟悉的：使用參考資料、發現資源、和蒐集資料。第二階段是處理活動：從蒐集資訊改變為分析這些資訊，包括分析所擁有的訊息、分類訊息成為有意義的材料、加以綜合歸納、如為小組彼此分享發現的訊息等。第三個階段是應用活動：在這個階段，學生已經知道必須要做什麼，才能完成專題。他們要將事物加以劃分，並排出優先順序，檢視時間限制，獲知任何需要注意的事項，過程中學生要不斷加以審視、測試、修正和修理。而這三個階段並非各自獨立而是互相關聯的，在專題學習過程中，會來來回回發生。簡單地說，每個專題大概會包括：企圖去發現焦點、開始草擬和描述模式、完成作品三個步驟。

而 Diffily & Sassman(2002)也提出類似上述三階段的專題學習四個教學步驟，包括：

1.選擇主題：

主題選擇的來源包括：由班級學生腦力激盪、其他成人或教師的建議、課程所包含的主題等。

2.計畫專題：

分享有關主題的知識、提出問題，而且決定如何進行？教師在此階段要引導兒童列出關於主題要知道的內容以及想要學習內容，如下表 1 KWL 表。然後老師可以引導學生對這些提出來的問題加以預測，教師也可以直接確認學生提出的訊息，因為學生在開始探究之前，可能會提出一些錯誤的訊息，並且讓他們設法發現這些問題的答案。

表 1 KWL 表

What we want to learn ? (我們想要知道什麼?)	
What we want to learn ? (我們想要學什麼?)	

3.執行專題的計畫：發現和使用資源，並且組織學生學習所必須的資訊。

(1).列出「要做什麼明細表」(To Do list)

(2).發現和使用各種不同種類的資源：這些資源可以包括學生帶來的書籍、文件、家人協助，甚至讓學生提問題安排專家來回答。

而且教師不能光靠學生的能力來蒐集資源，事前也應該找一些關於主題的資源。學校或地方圖書館、書局、朋友或其他專家，甚至實地參觀都是教師可以安排的資源，也可以讓學生主導，容許以他們所選擇的方式來探究主題。

- (3).要學生紀錄他們所學習到的內容。每位學生都應該保存他們學習過程的紀錄，而且每位學生可以各有不同，這些資料包括圖畫、事實卡片、對KWL表所列問題的答案、書籍雜誌和網路資源的影印、書寫的信件和獲得的答覆、電子郵件的內容等。

4.選擇和產生最後的作品：

產出作品後並和其他人分享得到的知識和學習。最後的作品說明了學生在這段探究期間的學習結果，這些作品的產生有以下的考慮，包括：

- (1).選擇一項作品：包括資料碟、資料小冊子、一本書、使用手冊、博物的陳列展示、學校報紙、通訊、影片、路線指引、遊戲、玩具、圖片集錦、目錄。
- (2).可用範例(model)供參考：可以使用範例讓學生了解作品的完成，但是作品應適合學生的程度，而不是要求和成人的相同。要列出好作品的特徵或要求，以供參考。
- (3).考慮觀眾：確認觀眾是產生最後作品很重要的因素，觀眾一般都是同儕或作品完成後的觀賞者。

(三)理論基礎及師生角色

專題學習乃探究學習的延伸，也是符應學習者認知發展的學習方式，在實施過程中老師是引導者和促進者的角色，不過隨著專題類型的不同，可給予直接到間接的教導；而學生則要扮演積極和主動學習的角色。

1.專題學習是探究學習的延伸、是符應學習者認知發展的學習

為什麼要實施專題學習？專題學習可說是探究學習的領延伸。探究學習引導學生去探究事物如何運作的、或是現象如何發生的？在科學的教室中，探究學習論及了動手做的科學、歸納的學習或概念的 formed，也符合建構學習、社會學習、情境學習和課程統整的理論(吳金一，2000；詹雅婷、張基成，2001；鄒慧英，2000)。而真實性專題學習也受到 Piaget(1952)認知發展理論的支持：學習者有不同層次的理解，從具體事物開始，向象徵和抽象方向發展，例如年幼的學習者最初使用具體的數學操作、然後是物體的圖像表徵、最後使用抽象的符號來了解數字；相同地，學習者可以將蒐集的岩石加以分類(具體)，再依樹葉群體的圖像加以分類(象徵)，進而以閱

讀它們關鍵的屬性來分類物種(抽象)。從事真實性的專題學習，學生從開始掌握概念，並把想法放到草擬的方案裡面，到最後完成作品，乃透過具體、象徵和抽象的方式來學習，可以符合學生的認知發展，也可以吸引學生學習興趣。而以此方式將抽象的觀念安置在長期記憶中，也讓學習的歷程和內容在腦海中根深蒂固(Fogarty,1997:86)。

2.教師的角色依專題類型做調整而學生要扮演積極及主動學習的角色

在專題學習中，教師扮演的角色可能因為類型不同而有些許差異。例如，結構式專題就要求教師要比較直接式的教導，因為這類專題的規範是嚴格設定的；而開放式專題就要求教師間接式的教導，當個教練或輔導者即可，教師的角色不但端視專題的類型，也要慮學生的年齡和時間限制、專題的錯縱複雜和教師的風格而定。不過各類型的專題學習均期望學生扮演積極、主動學習的角色。學生對於最後的作品負有責任，很多專題學習的專題要求學生團隊合作學習和完成作品，每個學生應對分配的工作竭力完成(Fogarty,1997:85)。

肆、「走馬燈」、「降落傘」兩個專題學習的設計實例

以下提供二則實際設計並教學的專題學習實例：「走馬燈」、「降落傘」，並針對設計過程、實施歷程和結果，提出說明與反思。

(一)設計過程的說明

在現有自然領域第二冊教科書提到熱的傳播有傳導、對流、輻射三種，就在教師教導此單元時，設計了「走馬燈」的專題學習(七節課的教學)。而生活科技，則同樣在國一課程設計了「降落傘」專題學習(八節課的教學)。在設計的過程中發現，美國「國家科學教育標準」(National Science Educational Standards) (NRC,1996)中學(5-8)年級內容標準的「科學探究」一項就以類似的「蛋墜」(egg drop)單元做為課程的實例，足見這個單元適合在現有國中嘗試實施。以下就以「降落傘」為例，設計教學活動如表 2。這項專題學習設計屬於結構式類型，教師給予非常清處的規範、條件和綱要，學生在教師的引導下，開始進行專題學習。教師還事先給學生評量規準表(rubric)，讓學生在計畫草擬階段就可參考，並為實作評量之依據，這是評量專題學習成果很重要的做法。

表 2 「降落傘」專題學習教學活動設計

1.教學基本要素			
單元名稱	跳傘大賽(8 週)	學習領域	自然與生活領域
學生年級、班別	七年級	學生人數 和分組數	34 人 九組
教學時間	八節課(360 分鐘)	上課地點	台北市立內湖國中
教學設計者	羅珊珊	教學者	羅珊珊
初版日期	92.12.26	修訂時間	93.1.2
學生先備條件	1.在國小時已有製作科技產品的經驗。 2.了解降落傘的功用。		
九年 一貫 課程 基本 能力 指標	過程技能：1-4-1-1、1-4-1-2、1-4-3-1、1-4-3-2、1-4-4-1、1-4-4-3、1-4-5-3、 1-4-5-4、1-4-5-5。 科學本質：3-4-0-1、3-4-0-2、3-4-0-6。 科學態度：5-4-1-2、5-4-1-3。 思考技能：6-4-4-1、6-4-4-2、6-4-5-1、6-4-5-2、6-4-2-1、6-4-2-2、6-4-3-1、 6-4-1-1。 科學應用：7-4-0-1、7-4-0-2、7-4-0-3。		
預定 學習 目標 (學習 議題)	1.認知：1-1 能了解降落傘的構造和簡易的護蛋原理，並思考發展各式創 意構想 2.技能：2-1 能了解實驗與實作對驗證構想的重要性 2-2 能了解測試與評估對修正結果的重要性 2-3 能利用各式材料、方法完成此作業(問題)的最低要求 3.情意：3-1 體驗各種解決問題的方法與步驟		
學習 評量 規準	第一項成績：1.小組合作氣氛與秩序占 20% 2.工作安全占 10% 3.材料使用(環保+創意)占 10% 4.蛋的保護裝置占 20% 5.空中停留時間 20% 6.外觀造形設計(同學互評)占 20% (第 4,5,6 項比賽當天評分) 第二項成績：1.檢討與分享(上台報告)占 30%、書面報告占 70%		

教學與學習活動	時間	教學與學習資源	評量方法
<p>一、選擇主題階段</p> <p>驅動的問題：「如何製作一面降落傘和承載裝置，讓放在裡面的蛋，從校舍四樓墜下而不破，而且降落速度要慢，最後落地的優勝。」</p> <p>1.確認問題：依老師的要求，歸納此問題共有哪些條件與限制，決定解決問題的方向。</p> <p>2.蒐集資料：蒐集符合需求的資料</p>	45'	紙、筆	<p>能了解問題的關鍵，並提出假設</p> <p>分組討論並紀錄討論結果</p>
<p>二、計畫專題階段</p> <p>3.提出構想：依構想畫出草圖，並詳細紀錄討論內容(可作為日後發表的資料)</p> <p>4.選出最適當的構想</p>	45'	紙、筆	能提出構想並提出必須使用的材料
<p>三、執行專題計畫</p> <p>5.執行製作：準備材料與工具 <蛋的保護裝置及降落傘所需材料由各組自行構思></p> <p>6.製作傘面、蛋的保護裝置、特殊造型...等，並加以組合。</p> <p>整理工作環境 + 分類回收廢棄物。</p> <p>7.測試評估：</p> <p>a.學生先用<u>小型塑膠袋</u>將生雞蛋包裹起來，再用膠帶將塑膠袋封口，以免雞蛋破裂後蛋汁流出，破壞環境。</p> <p>b.將包裹好的生雞蛋搭配製作好的降落傘拿來測試(由<u>指定位置</u>投擲)。</p> <p>提供學生一次試驗機會，隔週作正式比賽計分。</p>	45' 45'	<p>必備材料：生雞蛋、小型塑膠袋、膠帶，以及各組構想的個別材料</p>	
<p>四、選擇與產出最後的作品階段</p> <p>8.進行比賽：分組進行比賽與計分，比賽項目包括：A.降落傘到達地面後，生雞蛋完好沒有破裂(蛋破此項為0分)B.停留在空中的時間(越久越好)C.降落傘的造型</p> <p>備註:每組可投擲三次，選擇表現最佳的一次</p> <p>9.檢討大會：分組上台報告(分享與交流)。</p> <p>10.各組繳交「書面報告」一份。</p>	90' 90'	<p>計時器、紀錄紙、筆</p> <p>海報</p>	<p>各組製作的降落傘均能夠在墜落過程保持完好，而不至於破損。</p> <p>能發表心得和感想</p>

(二)實施歷程與成果的省思

以下從觀察紀錄和半年後學習者填寫以複習單為名義的後測，來對實施歷程和成果做說明和省思。

1.從觀察紀錄可以看到學生主動學習的情形，而且大部分學生都得到成功經驗和創新的機會

在這二個專題學習的教學過程中發現跟訪談資深教師對於引導學生主動學習的做法很類似，首先專題學習設計驅動的問題，引起學生的動機和挑戰的潛能，而計畫和執行的過程延緩批判，提供了學生表現的舞台；最後作品的完成可以讓學生獲得成功的經驗和成就感，也藉此發揮創意。

在教學的過程，學生的興致愈來愈高昂，即使是課業表現不好的學生，也能做出走馬燈或降落傘，得到學習興趣和成就感。而學生對自己完成的作品不斷地試驗、修正、再試驗，期間看到他們在材料使用上的創意、製作上的巧思，又從這些過程中歸納出使走馬燈轉動、使降落傘緩慢落下而且保護完好的蛋的原則和技巧，進一步了解到應用的科學原理。由於大部分學生都能完成最後作品，而且在製作過程放入自己的想法，這樣的教學活動讓大部分的學生都獲得了成功的經驗和創新的機會。

從觀察紀錄中擷取的教學者和觀察者建議和心得中發現，這兩則專題學習的實施還發現二個現象：第一是即使原本學習意願低落的學生，在專題學習的過程，仍表現對製作走馬燈或降落傘的投入，不斷的製作、嘗試和試驗。第二是由於她們花了許多時間和精力在作品上，因此很愛惜自己的作品，也願意與其他同學分享。關於第一點和美國新墨西哥州的 Cortez 變通中學實施的經驗有些類似，讓原本學業成績低落、沒有學習意願的 Chris，在專題學習過程主動學習，找到學習動機與樂趣(Curtis,2002:51)。而第二點，曾聽林陳湧教授談過如果要引發學習興趣、讓學生主動學習，就要讓學習具有「所有權」(ownership)，專題學習最後要產生的作品，就是讓她們擁有所有權，而使學生從學習找到樂趣，願意主動投入學習。

Slavin(2000)認為要教導創造性的問題解決，同時也提到可藉由輕鬆、甚至遊玩的環境來加強。而在上述兩個專題學習的單元中，教師鼓勵學生產生許多構想、奇異的構想、計畫、繪出各種可能的草圖、並且在製作過程教師不斷給予回饋，均有助於創造力的培養(王明傑、陳玉玲，2003：頁386-387)。

2.從半年後的複習單可以了解大部分學生仍記得應用的原理及製作的材料和方法

在走馬燈專題學習實施完成後半年，以複習單名義施以後測了解教學成效。結果發現在知識概念部分，四題選擇題對於熱的傳播方式：傳導、對流、輻射，還有熱的擴散從高溫處傳到低溫處，都有近八成學生答對(答對人數分別是 27,30,24,26，常態編班的班級，全班 31 名學生)，而對於走馬燈轉動是因為哪一種傳播方式？全部填答的 31 位學生都能正確回答是：「對流」，可見這個單元教學後，學生大部分習得了熱傳播的基本知識。而對於影響走馬燈轉動的因素，同學均能正確地提出三種以上的因素，至於製作走馬燈的材料，全部學生都能提出三種以上的內容。對於如何讓走馬燈轉得快？也都能提出一到五種方法(包括像：做小一點(重量輕)、蠟燭大支一點(熱源強)、氣窗開多一點、開窗的角度和方向、線的摩擦小一點、對稱等)，見附錄表 5。這些都是經過主動學習歷程後產生的學習成果。

而在降落傘專題學習實施完成後半年，亦施以複習單做後測了解教學成效。施測內容包括五題簡答題：1.製作降落傘可以用哪些材料？2.怎麼樣才能使蛋從樓上墜下來不破？3.怎樣才能減緩降落傘落下的速度？4.降落傘承載著的蛋從樓上往下調時承受了哪些力呢？5.對降落傘的教學有何心得或感想、優缺點或建議？前四題學生作答的結果，整理如表 6。班上有大部分學生了解三種以上製作降落傘的材料，並至少提出一種使蛋墜下來不破、或減緩降落傘落下速度的辦法。雖然老師在過程中並未說明運用的科學原理，但大多數學生都知道阻力對降落傘的作用，有一半以上學生提到了重力(地心引力)對降落傘降落的影響，而有少數幾位學生了解到風力和地上的反作用力對降落傘的作用，足見活動的過程中，學生經由主動學習，從實作得來了應有的技能和對概念的理解。

不過「走馬燈」、「降落傘」兩個教學單元雖然都是專題學習的應用，但不同的是「走馬燈」的教學歷程，教師先講述熱的傳播方式有傳導、對流和輻射三種，再讓學生製作走馬燈印證對流的原理；而「降落傘」的教學歷程，教師在開始之初只給學生驅動的問題與要達成的目標，並未說明運用的物理原理，直到最後完成降落傘墜落的競賽，分組發表感想和心得時才透過討論的方式說明運用的原理，二者在教學效果上是否有所差別，有待進一步研究。

伍、教學現場難以實施專題學習的困境與解決策略

雖然專題學習的實施可以提供學生創新機會，但是它有老師要花大量時間準備、進行需花費大量時間、學生必須具備先備知識和技能運用的能力的缺點(吳金一，2000)，現職中小學教師也提到包括：1.上課時間不夠，九年一貫課程後原來的節數少了一節，變成三節，如果沒有爭取到彈性課程時間，教學常常淪為趕進度。2.學生能力不足，蒐集資料後沒有組織、歸納、分析的能力，上台報告也說不出所以然來。3.只造就少數學生，學習意願高的學生學得更多，但學習意願低落的學生分組後不能完成自己分配到的工作和任務，反而學到更少等等的困境，以致於不敢貿然實施(張民杰 2004)。以下提出許多可行的解決策略：

(一)精簡課程綱要的內容，以帶動審定本教科書的精簡，深化教學過程

雖然俗謂：「創見源於飽學」，然而過多的知識累積不見得有助於學生創造思考，因為具有創造力的人對自己想要作出貢獻的領域雖有所了解，但不必專精，至少不會讓自己的知識影響了看待問題的方法(周甘逢、劉冠麟譯，2004)。因此在這知識爆炸的社會裡，更應該思考如何去蕪存菁，避免課程成為大怪獸，讓學生湮沒在知識概念的記憶和背誦，不見得有益於其創造力的培養。

然而檢視九年一貫課程實施前後國中現有教科書，無論是國編版還是目前的審定本，教材內容或單元非常多，課程綱要中有 45 個次主題，相較於美國或華人世界還是比較多，而九年一貫課程自然領域的教學時間又比原來少，在上課時間的壓力下，要在教學上提供學生主動學習及讓學生創新的機會，可說難上加難(張民杰，2004)。九年一貫課程實施後，雖然把學科整合為學習領域，但原有的學科內容仍然存在，七大學習領域外還有六大議題，加上新增鄉土言教學、國小英語教學、表演藝術，學生學習的內容和範圍不減反增，如果重視學校本位的課程發展、重視學生創造力的培養，就應該簡化既定課程綱要的內容，代動教科書內容的精簡，教師才有可能設計讓學生有創新機會的教學活動。

(二)可以整學期做教學規劃或在彈性課程及寒暑假配合實施

現職教師反映：「所以我是配合讓他們用時事的議題來做報告，這是需要花時間的，那是因為這些學生沒有升學壓力，如果是三年級有升學壓力，其實做這個東西可能從一開學就要開始講，因為他們有很多唸書的壓力，你看這個是二年級做的、這個是三年級做的(展示學生作品)，他們的想法都會不一樣，其實我一個學期如果真的有報告的話，那個報告主題並不是類似的，譬如說十組就十組不同的題目，可能是這兩年你會學到的一些議題或一些觀念，讓他們去找、或讓他們去做，有時候我可能搭配這個跟實作，讓他們去完成」(訪談教師 04)。

有位試教的教師則認為可用假期來增加學習的時間，也是可行的方法：「專題學習我覺得說，很適合當假期作業，寒、暑假是第一首選，暑假作業就是讓學生來做，譬如我知道下學期有什麼內容，他可能可以做什麼，譬如我們上次的走馬燈，學生就在寒假先做完、或者說現在週休二日，可以在上課的時候就跟學生說，假日的時候要做些什麼東西，或更早跟他說也可以，不一定要在教這個單元才做，可以在之前就先說，可能可以把時間拉的更長，老師先想好，學生就先來進行，如果學生做的好，還可以繼續延伸成為科展作品」(訪談教師 02)。

由於專題學習要比一般講述討論的教學花更多的時間，本文舉出的實例；「走馬燈」教了七節課，「降落傘」教了八節課，因此可以用學期規劃來做、或配合彈性課程或假期實施，可以增加可行性。當然如此衍生的校方和家長的支持和了解，就有待主管教育行政機關的提倡了。

(三)由結構式專題學習入手，逐漸培養學生主動學習的各項能力

進行專題學習前，老師首先都會考慮學生能力是否充足的問題，例如學生草擬計畫、蒐集資料、溝通分享、獨立思考、解決問題的能力等等，如果能力不夠，就會讓教師裹足不前。因此在實施專題學習時可以先從結構式專題學習入手，俟學生上述思考技能和過程技能提升後，再運用樣版式、相關議題式、相關類型式，甚至開放式的專題學習。

由於專題學習是探究學習的延伸，Colburn(2004)就認為探究取向的教學應該介於驗證取向(verification approach)及發現取向(discovery approach)之間，避免只是食譜式的證實已有的答案，也無須不切實際和無效率地要發現所有的科學概念，只要設計程序處理主要問題，蒐集、紀錄、分析和解釋重要的觀察和結果，以及這些資料的意義就夠了。他把探究學習可以分成結構、引導和開放三個類型，結構式傾向於驗證取向的教學、開放式傾向於發現取向的學習。為求時間配合問題，可先由結構式的方式先著手，這也是解決時間不足的方法。

Lederman(2004)就曾提出科學探究連續體的觀念，將科學探究分為四級，第 0 級是教師同時給了問題、程序和答案，第 1 級則是給了問題和程序、不給答案；第 2 級是給了問題，不給程序和答案；第 3 級是給予情境，不給問題、程序和答案。因此如果依專題類型來分級，逐步實施，應可解決或減輕學生能力不足，而不敢實施的困境。

(四)鼓勵促進教學過程的師生互動並重視教師教學的樂趣和成就感

訪談發現(張民杰, 2004)影響老師採用教學法的各種因素包括學生差異、教材、目的、教學經驗和其他因素等, 然而最後都會環繞在「目的」的考慮上, 這是老師的使命感使然。目的主要有二: 一個就是要讓學生能夠應付基本學測、二是要讓學生具備自然領域的基本知識, 縱使學校和家長不硬性要求, 但老師還是會認為那是戰場所在、職責所在, 由於使命感而形成其有形、無形的內在壓力或動機, 因此教學法的採用就會採取最短時間內能有效達到這兩個目的的方式, 講述、記憶、大量練習就不可避免, 並不利於創新教學。

不過, 另一個影響教師教學法採用的內在因素是教學經驗, 當問到受訪者當老師最大的樂趣和成就, 老師提到的大部分是和學生的互動, 例如: 上課時老師有問學生有答, 會跟老師說說笑笑, 下課會跟老師聊天; 覺得學生在意你所教的科目, 喜歡並有興趣; 以後會回來找你, 說老師教的東西對他有用。而痛苦或受挫的經驗, 則是你教你的, 學生在底下根本不理你; 學生根本不想學, 對你教的科目沒有興趣。這個希望和學生互動, 以獲得教學樂趣和成就的內在因素, 是創新教學的利基。但師生的互動卻是一般人不會去重視的, 就像大部分家長在意的可能是學生成績, 可能不會在意學生和老師是否有良好的互動。因此如果要老師採用強調師生互動的教學模式或方法, 一定透過教育政策和制度設計, 強調鼓勵促進教學過程的師生互動, 重視教師教學的樂趣和成就感, 方能奏其功。

(五)提升教師對帶領學生分組合作學習和實作評量的知能

試教專題學習的老師發現「分組的部分, 我覺得學生可能很吃力, 但老師要跟著孩子、要抓得住孩子, 這種教學模式已經脫離以前上課的那種節數, 也就是上課時間之外還要特別挪出時間去關心孩子, 而孩子互動之間會產生一些磨合, 比如學生會說: 老師我叫他去做什麼他不。老師還要去處理你為什麼不做, 而且有時在過程中還會發生爭執, 但是又用以組別為打分數的方式, 雖然學生同儕有權利互評, 但可能礙於同儕的感覺, 不敢打太低分, 那無形中就會產生包容, 就是姑息那些不想努力的孩子, 這方面我覺得說, 在整個評量的過程就需要細目, 以彌補這方面的缺失」(訪談教師 03)。「我也發現分組後不要讓同一個人做固定事情, 分組要細密包括美工要做些什麼、或是說某些書籍資料分給每個人的工作是什麼, 以免只有領導者真正在做。還有幾個同學找出來的資料, 其他同學覺得跟主題不太相關, 孩子就會產生抱怨。剛開始分組的時候, 大家都沒意見, 可是等到工作做完之後, 那些中

段的孩子還不會抱怨，但是像組長就會抱怨，合作的滿意度就會下降，不過如果孩子之間能夠提早培養互助合作也很好，但是要避免其產生失落感、或造成同學間的隔閡，這是老師要多注意的」(訪談教師 02)。

教師應該把「如何分工合作？」做為學生學習的重要議題，而實作評量更在專題學習實施中扮演重要的角色，教師提升帶領學生分組合作學習和實作評量的知能，才能推廣專題學習的實施。

陸、結論與建議

培養學生的創造力，雖然必須具備基礎的知識，但是過多的知識累積卻反而無助於創造力思考，而引導學生學習興趣的內在動機、主動學習、獨立思考與解決問題，才能提升其創意。隨著知識經濟時代知識爆炸的結果，中小學教授的知識範圍和內容不斷的擴增，即使九年一貫課程將課程從學科整併為七大學習領域和六大議題，但是期盼教授的學科和知識卻不斷擴增，國小英語教學、鄉土語言教學、表演藝術等就是新增的知識內容，無怪乎改革後卻聽到現場遍佈教師趕進度的聲音。然而知識愈是爆炸，愈應該體會「生也有涯、知也無涯」的道理，愈加精簡各科目或領域的內容，避免課程成為大怪獸，而注入式的教學更主宰了整個教學場域，而讓引導學生主動學習、發揮創新機會的教學活動更加遙不可及。

本文揭示了專題學習可以做為提供學生創新機會的教學活動設計，並探討了專題學習的做法與實例，針對實施時可能遭遇的困境提出解決策略，盼提供主管教育行政機關及現職教師教學在修訂課程綱要及實施教學活動時，可做為參考。

參考文獻

- 王明傑、陳玉玲(2003)。R. E. Slavin 著，**教育心理學：理論與實務**。台北：學富文化。
- 李春芳(1997)。教學技術。載於黃正傑主編，**教學原理**(頁 185-248)。台北：師大書苑。
- 吳金一(2000)。淺談專題導向學習，**國教之友**，52(2)，3-11。
- 周甘逢、劉冠麟譯(2004)，R. J. Sternberg & W. M. Williams 著。**教育心理學**。台北：華騰文化。
- 張民杰(2004)。九年一貫課程國中階段自然與生活科技領域能力指標研究—創新教學模式與能力指標之研究。國科會專題研究計畫編號：NSC 92-2522-S-31-001。
- 張春興、林清山(1987)。**教育心理學**。台北：東華。

- 教育部(2003)。國民中小學九年一貫課程：自然與生活科技學習領域基礎研習手冊。台北：教育部編印。
- 詹雅婷、張基成(2001)。網路化專題學習於師資培育課程之應用，*視聽教育雙月刊*，42(6)，26-39。
- 鄒慧英(2000)。另類的統整主題教學—專題學習。*國教之友*，52(2)，3-11。
- Colburn, A.(2004). Inquiring scientists want to know, *Educational Leadership*,62(1),63-67.
- Curtis, D.(2002,September). The power of project. *Educational Leadership* , 50-52.
- Diffily, D., and Sassman, C.(1997).*Project-based learning with young children*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Fogarty, R.(1997).*Problem based learning & other curriculum models for the multiple intelligences classrooms*. Arlington Heights, IL : Skylight Professional Development.
- Berman, S.(1997).*Project based learning for the multiple intelligences classrooms*. Arlington Heights, IL : Skylight Professional Development.
- Krajcik, J.,& C. Czerniak and C. Berger.(1999). Teaching children science: A project-based approach. Boston: McGraw-Hill College.
- Leaderman, N.(2004.10.17.).Scientific inquiry: Implications for instruction and assessment.載於國立彰化師範大學主辦：數理教師專業發展學術研討會。
- National Research Council, NRC.(1996).*National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.

後註：

- 1.本文之完成，主要採用國科會目標導向型專題研究計畫：「九年一貫課程國中階段自然與生活科技領域能力指標研究—創新教學模式與能力指標之研究」，計畫編號：NSC 92-2522-S-031-001，部分研究成果。對於國科會之經費支持及陽明高中陳英杰老師、內湖國中羅珊珊等多位國中自然與生活科技學習領域教師之參與，還有二位審查委員提出的寶貴意見，一併致謝。
- 2.為求現職教師參考之實用性，本文未採用學術論文之格式寫作，而以自問自達的方式，間接引用研究成果，回答為何如此做？(Why to do?)、做什麼？(What to do?)、怎麼做？(How to do?)等，讓學生主動學習、具有創新機會的教學模式—專題學習，期盼老師們能實際加以嘗試，併此敘明。

附錄

表 3 走馬燈專題學習觀察紀錄中教學者和觀察者的建議和心得摘述

<p>92 年 12 月 2 日 13:10~14:00(觀察紀錄, 第 3 節/共 7 節)</p> <p>1. <u>教學者(陳英杰)的建議</u>: 讓學生從做中學, 自己動手做一個會動的走馬燈, 如果做出來的不會動, 就要去探究其原因。</p> <p>2. <u>觀察者(吳淑宜)的心得</u>:</p> <p>(1) 做一個會動的走馬燈看似簡單, 但要考慮的因素很多, 有兩個學生都是用紙杯作, 且都有開氣窗, 但一個都是開同方向, 另一個一半順時針一半逆時針, 就可以讓學生觀察到氣流的問題。</p> <p>(2) 以做走馬燈的專題方式, 學習熱對流所產生的動力, 將抽象的概念(熱對流)以具體的方式(走馬燈)呈現出來, 學生對燈泡產生的熱使紙蛇轉動感到新奇, 可提高學生的學習興趣。</p> <p>(3) 今天學生做出來的走馬燈大多都是參考網路上或課本的資料, 但大多學生都僅限於外型的模仿(包括氣窗的方向、個數), 並不清楚什麼因素會讓走馬燈轉的更快或無法轉動, 所以有的學生模仿錯誤(例如氣窗的方向都不一樣, 導致走馬燈不能轉), 但學生勇於去嘗試的心態是很值得鼓勵的。</p>
<p>92 年 12 月 2 日 13:10~14:00(觀察紀錄, 第 4 節/共 7 節)</p> <p><u>觀察者心得</u>:</p> <p>1. 今天老師在檢討走馬燈的失敗原因時, 發現有同學偷偷在下面做走馬燈, 可見同學對這個主題是越來越有興趣了。而且同學的參與度也漸漸提高, 從討論分享的 回答問題次數中就可以看的出來。</p> <p>2. 一開始會擔心老師沒有給學生「標準材料」, 學生該如何動手做, 結果學生從老師張貼在公布欄的資料、網站, 真的做出走馬燈, 即使做出來的走馬燈不能轉, 也能就著今天的這堂課檢討失敗的原因, 是從錯誤中學習。</p>
<p>92 年 12 月 3 日 13:10~14:00(觀察紀錄, 第 5 節/共 7 節)</p> <p>1. <u>教學者的建議</u>: 創新教學的目的應該是要把重心放在學習動機較差的孩子, 因為學習動力好的不需要創新教學法, 即可自學, 所以對象應該要放在學習動機差的孩子。而這次的專題, 幾乎可使班上的同學大多參與, 即使課業成績表現不好的同學, 也能做出一個走馬燈, 可提高他的學習興趣。</p> <p>2. <u>觀察者的心得</u>:</p> <p>(1) 一開始查走馬燈的資料時, 班上只有一位成績好的學生查資料, 後來老師要學生分組試著做走馬燈, 也只有 5 件作品, 這五件作品中有一個是小老師做的, 本身對自然有濃厚的興趣, 有兩個是班上的第一名和第三名做的, 其他的兩個或許是出自於興趣, 或許是怕被處罰。</p>

但現在全班卻能交出 14 件作品，而且造型不同，有的學生甚至在走馬燈上加以裝飾，可見學生對這件事的用心，也可看出學生們從一開始到現在態度的轉變。

- (2)經由前幾次失敗經驗的檢討與成功經驗的分享，注意到製作的技巧，所以學生這次做的作品大多是短小精巧的，而且在表面彩繪，氣窗的形狀也有改變，現在甚至有三角形的氣窗。
- (3)老師的教學過程是先提供學生資料（走馬燈科展的資料），然後讓學生試著去做，一邊做一邊講解原理，學生也可以在做的過程中發現或驗證科學的原理原則，一再修正自己的作品，透過不斷修正改造的過程中，也漸漸引發了學生對於科學的興趣。
- (4)老師在展示其他作品時，仍有些同學群聚著在做走馬燈，可見「走馬燈」的主題已經能引起學生的學習慾望。
- (5)學生多是廢物利用以身邊隨手可得的物品如紙杯、飲料包裝為材料動手做。
- (6)前堂課有一位同學（學習參與度不高）上課偷喝飲料，老師處罰他用珍珠奶茶的瓶子做一個走馬燈，他也做出來了！故原本看起來很難的走馬燈，在同學的錯誤經驗中一再修正，知道訣竅後，就好像變的很簡單，幾乎可人手一個！

表 4 降落傘專題學習觀察紀錄摘述

93 年 1 月 2 日 15:05-15:55(觀察紀錄，第 7 節/共 8 節)

課程內容：學生使用自己製作的降落傘進行競賽

軼事記錄：(教學者：羅珊珊、觀察者：余佩兼)

- 1.上課後教師先將學生集合，說明拋降落傘的競賽規則與計分方式。
學生狀況：學生情緒較浮躁，每組都在進行最後的確認工作。
- 2.共分為 9 組，每組有三次的機會，每組派一位代表到四樓將組內製作的降落傘由四樓拋下，降落時間越長且無遇到任何阻礙（即降落傘內的雞蛋仍保持完整不破）的組別為「安全」；反之，則為「不安全」。*教師安排二位學生負責計時與紀錄的工作。
學生狀況：因為只有一位學生拋降落傘，所以其他在一樓的同組學生會等待降落傘落地後，進行雞蛋是否安全的確認工作，以及將降落傘重新整理，準備下次的競賽。
- 3.全部進行完三次的競賽之後，教師將降落時間最長的前三組統計出，並將這三組的降落傘做一展示，請這三組的代表同學說明降落傘為何可以製作出降落時間較長的降落傘。

另外，教師也請這三組同學展示保護雞蛋的裝置，讓降落傘可以有較長的降落時間，落地時也能保持雞蛋的完整。

學生狀況：三組代表學生說明組內的製作過程與要領，沒有獲得名次的同學則專注在自己的降落傘上。

- 4.教師總結說明製作降落傘的要領與注意事項，做一完整說明。並且提醒學生下節課要進行分組檢討報告，需要展示各組的降落傘，每組每人都需要上台報告。

93年1月9日 15:05-15:55(觀察紀錄，第8節/共8節)

課程內容：學生進行降落傘製作的檢討報告

軼事紀錄：

- 1.教師分發評分表，每組都要替其他八組評分。
- 2.教師提醒報告重點：(1)全組上台。(2)作品特色。(3)檢討與改進。(4)心得。
- 3.第四組報告：聲音很小聲，準備不充分，有點緊張。
- 4.第六組報告：(1)呈現設計圖及作品材質。(2)成品的優點：安全一級棒；成品的缺點：降落時間太快。(3)心得：每人都有分享。
- 5.第三組報告：(1)介紹製作材料及過程。(2)成品的優點：使用水果保護套；成品的缺點：傘面太小，下方物體太重，所以太快掉落。(3)呈現草圖：側面與由上而下的圖。(4)同學提問：①線長好不好→A：不好。②線的材質→A：棉線。
- 6.第一組報告：說明目前的成品是第四次做成的，介紹傘面的材質是由二個垃圾袋，線則是由風箏線，底座是由保麗龍與海綿製成。
- 7.第五組報告：說明傘面太輕，容易產生靜電。
- 8.第二組報告：(1)塑膠袋太小，所以用輕便雨衣。(2)線太長所以傘面無法撐開。(3)安全裝置好。
- 9.第八組報告：(1)特色：傘面是用雨傘材質。(2)心得報告流暢。
- 10.第七組報告：每位報告者台風穩健。(1)傘面材質是雨傘布。(2)現場示範堅固的保麗龍保護措施。
- 11.第九組報告：(1)使用環保回收器材製作。(2)成品的優點：防震措施作得好；成品的缺點：重量太輕。

表 5 走馬燈專題學習課後複習單填寫情形一覽表

1.影響走馬燈轉動的因素？				
提出 6 種以上因素	5 種因素	4 種因素	3 種因素	2 種因素
6 人	9 人	11 人	5 人	0 人
2.製作走馬燈的材料？				
提出 7 種以上材料	6 種材料	5 種材料	4 種材料	3 種材料
6 人	4 人	10 人	7 人	4 人
3.如何讓走馬燈轉得快？				
提出 5 種以上方法	4 種方法	3 種方法	2 種方法	1 種方法
3 人	7 人	7 人	12 人	2 人

註：調查的學生合計 31 人

表 6 降落傘課後複習單填寫情形一覽表

1.製作降落傘可以用哪些材料？				
提出 5 種以上材料	4 種材料	3 種材料	2 種材料	1 種材料
9 人	17 人	5 人	0 人	3 人
2.怎麼樣才能使蛋從樓上墜下來不破？				
提出 5 種以上方法	4 種方法	3 種方法	2 種方法	1 種方法
0 人	1 人	4 人	16 人	13 人
3.怎樣才能減緩降落傘落下的速度？				
提出 5 種以上方法	4 種方法	3 種方法	2 種方法	1 種方法
0 人	1 人	0 人	22 人	11 人
4.降落傘承載著的蛋從樓上往下調時承受了哪些力呢？(複選)				
阻力	地心引力	風力	重力	地上反作用力
30 人	8 人	2 人	12 人	2 人

註：學生合計 34 人

