6E設計學習模式應用於國小氣球動力車實作活動之探究

文／葉栢維

目前國小階段的科技課程融入在自然與生活科技領域中，國小自然與生活科技領域教師可以妥善應用此一實作活動，協助學生培養動手實作的興趣和能力，也同時了解在自然課程中所習得的科學概念，如何應用於動手實作活動中。例如，國小五年級學生透過本文分享的教學活動可學習到「力與運動」的概念，內容包含：(1) 力的種類：日常生活中常見的力，如重力、浮力與磁力等；(2) 力造成物體移動或形狀改變；以及 (3) 力的測量方式：如何利用彈簧測量物體的重量，和施力大小與伸長量的關係。

前述的這些科學概念都適合與氣球動力車的設計與製作結合在一起，而本文主要利用國際科技與工程教育學會（International Technology and Engineering Educators Association, ITEEA）所推動的 6E 設計學習模式做為主要教學策略（Roger, 2015），引導學生透過系統化的教學步驟，以累積整合科學概念與科技實作活動的經驗。

6E設計學習模式

目前國小自然與生活科技課程中對於力的教學，大多採用生活中力的觀察與利用彈簧去進行力的測量。學生聽老師講解科學原理、觀察生活中的力和進行簡單測量，對於力與生活的連結性不太足夠，只有了解生活中有力的存在，但不了解生活中力之間有交互作用與影響，才會造成物體的移動或物體形狀的改變。因此本文著重在延伸課程對於力的介紹，進一步讓學生對於生活中的力有更多的認識與理解。透過科技實作活動，可以讓學生從連結力的知識、經由氣球動力車的實作去驗證原理、再去反思到生活常見的現象，提升對於科學知識的理解。

在 ITEEA 所推動的 6E 設計學習模式中，著重在透過實作活動以協助學生整合科學、科技、工程與數學的知識，而此一 6E 設計學習模式的步驟如下：(1) 投入（Engage）：提升學生的興趣，讓學生親自參與課程，並檢視先前理解的知識內容；(2) 探索（Explore）：提供學生機會，去建構對於課程或話題的理解；(3) 解釋（Explain）：提供學生機會，去解釋和精緻化到目前為止已經學過的知識，並確定知識的內容；(4) 工程（Engineer）：提供學生機會去發展更深度的理解，藉由應用來了解問題的概念、做法與態度。即使用從自然世界學到的概念，應用於人造（或設計）的世界；(5) 豐富（Enrich）：提供學生機會更深入探索學到的知識，並將概念轉化到更複雜的問題之中；(6) 評鑑（Evaluate）：教師和學生確定那些知識已經被學習或被理解（Roger，2015）。

氣球動力車教學活動設計

依據 6E 設計學習模式的理念，本文所分享的氣球動力車教學活動設計如下：

一、活動簡介：

氣球動力車是一個常見的玩具，本活動主要著重在讓學生能夠自行設計與製作一個氣球動力車，且學生必須實際挑戰教師所設計的不同關卡，藉此協助其累積整合科學知識與科技實作活動的經驗。

圖 1. 氣球動力車受力示意圖

二、教學對象：

本活動教學對象為國小五年級的學生，學生應能具備使用日常生活中常見的基本加工工具（如熱熔槍），且具有基本的動手實作能力。

三、教學時間：

本活動的教學時間建議為 4 節課。

四、6E設計教學模式說明：

（一）**投入**：作品實作開始前，鼓勵學生舉出實例並進行說明，例如：思考人為什麼可以在路上走？滑板為什麼可以在地上滑？引起學生的好奇，嘗試將生活經驗與科學原理進行連結。

（二）**探索**：在實作過程中，老師與學生或學生間可以互相討論製作要點並預測作品的表現，鼓勵學生去思考製作要點與科學原理的關聯性。

（三）**解釋**：作品做完時，會進行氣球動力車的測試，學生可以口頭說明出氣球動力車的科學原理。

（四）**工程**：遇到跑不遠的問題時，可以去思考車子為什麼無法跑直，跑不直是因為吸管噴氣方向不對，或者是吸管與地面夾角的問題，嘗試將新的概念納入思考，並進行測試，解決遇到的問題。在外觀設計中，要考慮到生活中的風力會造成風阻，思考如何減低風阻，讓氣球動力車有辦法跑更遠。

（五）**豐富**：課程一開始請學生舉出生活中的實例，說明生活中的科學原理，在課程結束前，跟學生說明氣球噴氣是作用力，氣球動力車受到空氣的反作用力向前衝，並請學生將生活中的實例再進行思考，判斷何者為作用力，何者為反作用力。

（六）**評鑑**：學生在測試時，會將打氣量與距離進行紀錄，理解空氣量的多寡會影響到跑的距離。課程結束前，會進行小比賽，比賽那一組的氣球動力車可以跑得離目標區最近，並詢問學生為什麼氣球動力車可以往前跑，說明其中運用到的科學原理。

五、實作材料：

（一）**工具**：剪刀、膠帶、雙面膠、鐵鎚、熱熔膠槍、打氣筒。

（二）**材料表**：

表 1　每人所需材料清單

項目	規格	數量	項目	規格	數量
吸管	大約 25cm	1（根）	氣球	5 吋	1（個）
齒輪	64 齒	4（個）	瓦楞板	A4	1（張）
鐵軸	大約 12cm	2（條）	設計圖	A4	1（張）
彩色筆	24 色	1（盒）			

六、教學流程：

本活動建議的教學流程如表 2 所示。

表 2　6E 教學流程說明

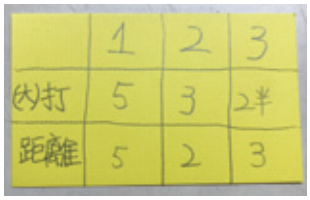
節數	6E	教師活動	學生活動
第 1 節	投入	1. 投入：引起學生學習動機，連結生活的經驗。 1-1 說明競賽場地的配置方式。 1-2 請學生舉出生活中的例子。 1-3 使用氣球動力車或一項生活實例，說明作用力與反作用力。 2. 展示實作完成的作品。 2-1 說明氣球動力車在行進時，氣球和輪胎的受力。 3. 發下小卡，說明小卡要記錄的下列內容。 3-1 記錄打氣量與行走的距離－學生在完成作品後，可以測量需要多少打氣量才有辦法從出發區跑到目標區。最少測量三次，並在紙上記錄打氣量與距離的關係。  	1. 了解競賽場地配置。 2. 發表在生活中牛頓第三運動定律的現象。 3. 針對不懂的實例，進行提問。
第 2 節	探索 解釋 工程	1. 探索與解釋：氣球動力車作品的實作與討論。 1-1 引導學生學習使用科技工具進行加工。 1-2 引導學生在競賽場地測試作品。 1-3 引導學生在小卡上記錄打氣量與行走的距離。 1-4 鼓勵學生說明氣球動力車受到那些力的作用，再闡述牛頓第三運動定律的內容，說明會往前走的原因。 1-5 向學生提問，提醒製作中需要注意的要點。 2. 工程：測試時發現問題，對於原理與加工方式再進行思考。 2-1 提醒學生要將吸管黏在氣球動力車正中央，但因為學生加工技術的不同，如吸管無法貼正，在測試時，會發現氣球動力車無法跑直，會向老師進行提問。需引導學生思考吸管與輪胎之間的夾角，會關係車行方向，讓學生自行思考要往那個方向調整。 2-2 引導學生思考氣球經由吸管噴氣的方向，對於行走的距離是否有影響。	1. 利用科技工具進行有效的加工。 2. 記錄打氣量與距離之間的關係。 3. 說明受到那些力的作用，再闡述對於牛頓第三運動定律的理解，並說明氣球動力車往前走的原因。 4. 針對老師的提問，再思考牛頓第三運動定律的內容，並在作品上進行展現。 5. 測試遇到問題時，依照老師的建議思考，並進行調整。
第 3 節	豐富	1. 豐富：再次詢問生活中的實例，並分辨作用力與反作用力。 1-1 請學生再舉出三個生活中的例子。 1-2 利用走廊積水滑倒的實例，說明作用力與反作用力。 1-3 針對學生舉出的實例，請學生分辨出其中的作用力與反作用力。	1. 再度思考到生活情境中，說明科學原理的現象。 2. 針對科學現象，分辨出作用力與反作用力。

表 2　6E 教學流程說明

節數	6E	教師活動	學生活動
第 4 節	評鑑 工程	1. 評鑑：舉辦小比賽，了解學生對於原理的掌握度。 2. 評鑑：檢視學生小卡的紀錄成果，引導學生思考打氣量的不同，會給予氣球動力車不同的作用力，影響到行走的距離。 3. 工程：引導學生重新檢視氣球動力車的設計，針對跑不遠的原因，再進行修改。	1. 參與比賽，藉以對於牛頓第三運動定律，有更深刻的體會。 2. 記錄打氣量與距離的關係，在比賽時，可以依據紀錄，將氣球動力車跑進目標區。 3. 再度檢視跑不遠的原因，找出問題，並進行修改。

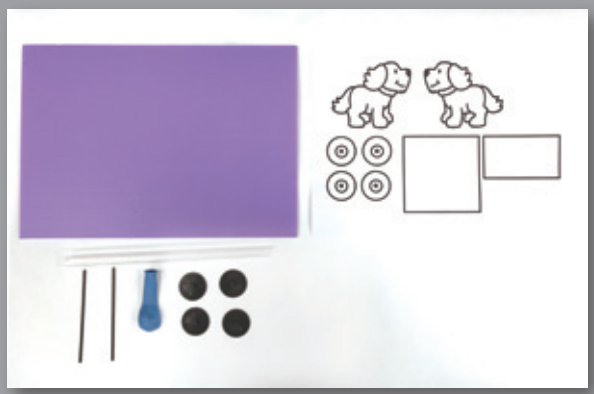
七、加工步驟：

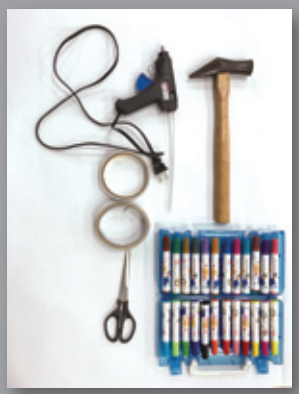
氣球動力車的實作參考步驟如表 3 所示，但教師在教學的過程中仍應以 6E 設計學習模式為主，引導學生學習應用力的知識，思考如何將科學知識應用於氣球動力車的設計與製作過程中。

表 3　加工流程說明

步驟 1

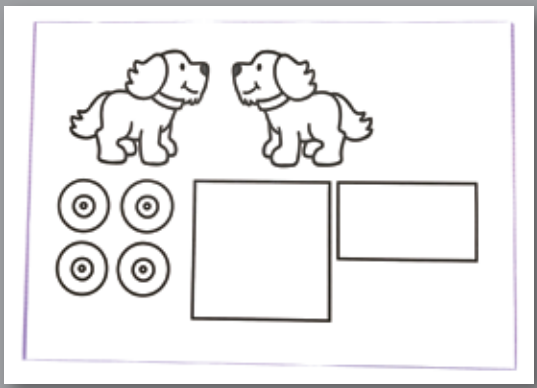
檢查需要用到的工具與材料。材料包含瓦楞板、設計圖、吸管、鐵軸、氣球和齒輪。工具包含鐵鎚、彩色筆、熱熔膠槍、熱熔膠條、膠帶、雙面膠、剪刀和打氣筒。

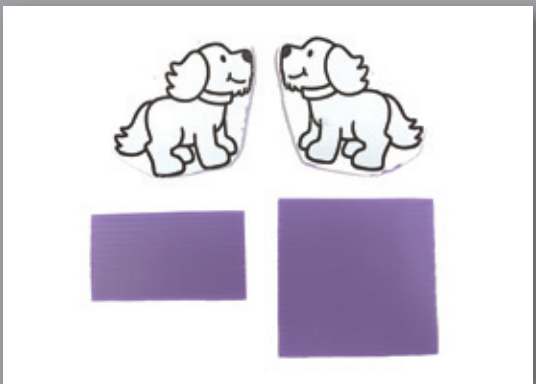




步驟 2

1. 將設計圖背面黏上瓦楞板。
2. 將動物與下方兩個方形用剪刀裁切下來。



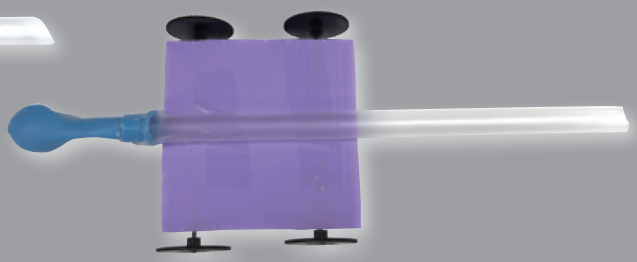


步驟 3

1. 將鐵軸穿過瓦楞板上的洞。
2. 利用鐵鎚，將齒輪與鐵軸進行接合。

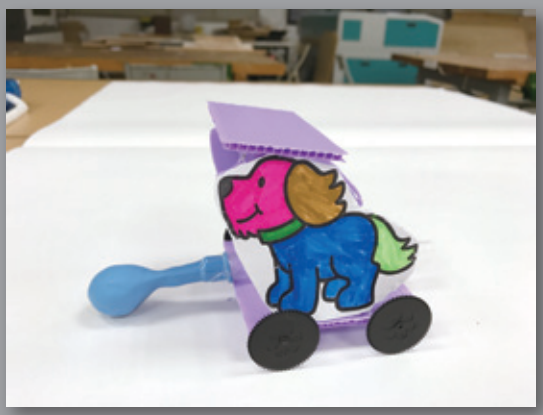
步驟 4

1. 將氣球穿上吸管，並用膠帶在接口處固定。
2. 用膠帶將吸管黏上瓦楞板的中央。



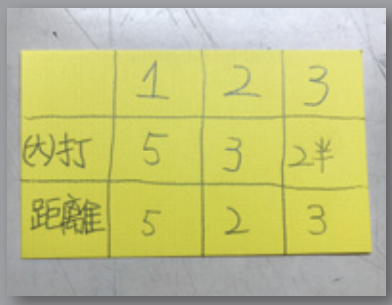
步驟 5

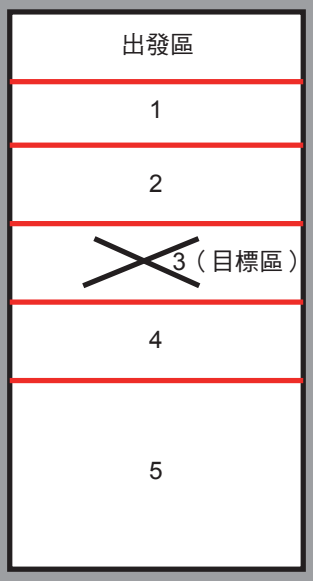
1. 將動物造型用熱熔膠黏上底版進行固定，完成作品。
2. 可以在圖案表面進行彩繪。
3. 利用打氣筒打氣，實驗製作的成果。



步驟 6

在競賽場地，利用小卡記錄兩個欄位，分別是打氣量與移動距離，測試需要打多少打氣量，才能從出發區跑到目標區。





結論

一、透過科技實作的活動主題，可以增進學生的學習動機

課程開始時，學生對於氣球動力車主題感興趣，想要了解為什麼會往前跑。測試階段時，學生會詢問氣球動力車跑直、跑遠或降低風阻的關鍵，針對這幾個問題尋求老師或同學的協助。在比賽階段時，學生會專注於打氣量與距離之間的關係，想要將氣球動力車順利跑進目標區。

圖 2. 學生作品

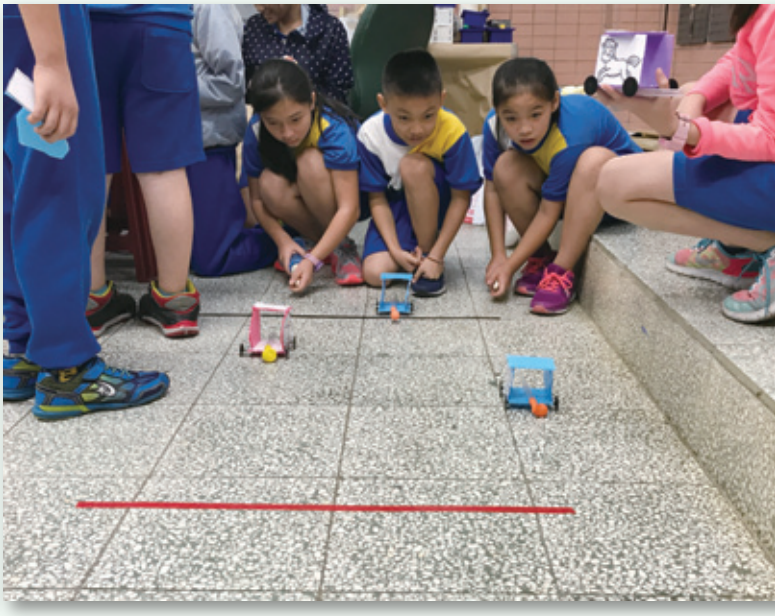


圖 3. 學生測試情形

二、在6E設計學習模式中的豐富階段，無法有效觀察到學生知識或行為的改變

本教學活動的教學依照 6E 設計學習模式進行設計，原本預期在四節課的教學設計中，學生可以經歷投入、探索、解釋、工程、豐富與評鑑六大階段。但在實際實施時，發現在 6E 設計學習模式的豐富階段，無法具體觀察到學生將牛頓運動定律與生活中現象進行連結。推測可能是因為教學時間太短，學生沒有足夠的時間去思考牛頓運動定律的內容。建議以後在應用 6E 設計學習模式時，可以延長教學時數，讓學生有時間可以去複習與內化科學知識，可能會有比較好的學習效果。

參考文獻

Roger, S.(2015). 6E Learning byDeSIGN ™ A Model for Integrated STEM Education. Paper presented at the ITEEA National Conference, Milwaukee WI. Abstract retrieved from https://www.iteea.org/File.aspx?id=116990&v= e778b404

葉栢維
國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系研究所網路學習組碩士生