

教育部107年度中小學科學教育計畫專案

期末報告大綱

計畫編號：54

計畫名稱：以 PBL 之 Maker 課程培養學生核心素養及提昇學生學習成效之研究

主持人：莊秋蘭

執行單位：臺中市太平區新光民小學

壹、計畫目的及內容：

十二年國教課綱即將於108學年度開始實施，十二年國民基本教育之課程發展本於全人教育的精神，以「自發」、「互動」及「共好」為理念，並強調以『核心素養』做為課程發展的主軸，培養學生系統思考及問題解決的能力。近年來，Maker 風潮席捲全球，透過動手做提升學生學習興趣及問題解決能力，因此，在課程社計中，讓學生透過動手實做參與，找出問題，經由思考及共同討論解決問題，不儘可以促進學生主動學習，更可以提升學生問題解決之能力。

問題導向學習結合科學的探究與學習，是一種發現問題與解決問題的循環模式，從情境中發現問題後設計實驗、實驗、修正以解決問題。12年國教課綱將於108年正式上路，根據12年國民教育自然科學領綱中指出，在學習表現上架構包含探究能力與科學的態度和本質。探究能力則包含以下兩個面向：a、思考智能：想像創造、推理論證、批判思辨、建立模型；b、問題解決：觀察與定題、計劃與執行、分析與發現、討論與傳達。而十二年國民基本教育自然科學域核心素養的內涵包含：（一）提供學生探究學習、問題解決的機會並養成相關知能「探究力」；（二）協助學生了解科學知識產生方式和養成應用科學思考與探究習慣的「態度本質」；（三）引導學生習科知識的「核心概念」。藉由此三大內涵的實踐，引導學生習科知識的「核心概念」，培育十二年國民基本教育全人發展目標中的自然科學素養。因此本研究擬以問題導向學習之教學，引導學生主動發現問題、找尋問題解決的方法，進而實做解決問題，以提升學生之核心素養以及學習成效。

貳、研究方法及步驟：

本研究經由文獻探討確立研究的主要的目的：透過問題導向學習之教學方式，運用 Maker 課程之設計，培養學生核心素養及提升學生之學習成效。

根據此計畫之目的，將進行下述之研究：

- （一）問題導向學習之 Maker 課程設計。
- （二）以問題導向學習之 Maker 課程進行教學，對培養學生之核心素養之影響。
- （三）以問題導向學習之 Maker 課程進行教學，對學生之學習成效之影響。

本研究之課程的設計參考林麗娟(2002)PBL 之五階段，包含：「引起注意」、「分析問題」、「探究問題」、「呈現解決方案」、「評估學習成果」，設計以「力學」為主題的 Maker 課程，讓學生透過動手實做、小組合作共同解決問題。在「引起注意」部

分：設計情境問題，引導學生看出情境中的問題，引起學生的共鳴；在「分析問題」部分，引導學生共同討論分析問題的主要關鍵，了解問題所在並思考；在「探究問題」部分，引導學生論問題可解決的方式，蒐集相關資訊及資料，設計實驗進行探究；在「呈現解決方案」，以報告分享的形式，讓學生呈現其問題解決方案，並向大家說明原由，並接受大家的提問，再次檢視解決方案；在「評估學習成果」部分，學生可再次修正解決方案，提出最後之成果，並進行學習評量檢測。

在十二年國教的教學目標，就是幫助學生掌握大概念和建構正向價值觀，也就是帶得走的能力(Wiggins & McTighe, 2006)和態度(OECD, 2016)。這種核心概念目標的掌握與達成，學生必須透過與知識互動，在實際狀況中使用、操作、證明該知識有用，達到情感上的認同之後，才能帶走(Whitehead, 1967)。所以，評量這類學習目標，需要透過實作、探究、實境展演等方式，取得學習證據，並且藉由標準描述表的方式進行，無法透過記憶學習的方式得著或評量(Wiggins & McTighe, 2006)。因此本研究目的在以 PBL 之 Maker 課程，探討學生之核心素養，評量之項目搭配課程內容，依據十二年國教之三大項下選取六小項進行評量，包含「自主行動」項下之：具備探索問題的思考能力，並透過體驗與實踐處理日常生活問題、具備擬定計畫與實作的能力，並以創新思考方式，因應日常生活情境；「溝通互動」項下之：具備科技與資訊應用的基本素養，並理解各類媒體內容的意義與影響、具備藝術創作與欣賞的基本素養，促進多元感官的發展，培養生活環境中的美感體驗；「社會參與」項下之：具備個人生活道德的知識與是非判斷的能力，理解並遵守社會道德規範，培養公民意識，關懷生態環境、具備理解他人感受，樂於與人互動，並與團隊成員合作之素養。評量方式從教學觀察、小組討論、成果展現及回饋中進行質性紀錄，並輔以訪談以了解學生之核心素養之養成。而在學習成效部分，研究者依據課程內容編製紙筆測驗試題進行施測，分析學生之學習成效。本研究之研究對象為中部一所國小之六年級兩個班級的學生，每個班28位學生，共56位學生，一個班為實驗組，一個班為對照組。實驗組學生採用問題導向教學策略，對照組學生則採用一般教學方式。教學者即為研究者，更能詮釋課程重點，有助於資料之蒐集。教學時間為六周，每周三節課，共18節課，研究流程如圖1。

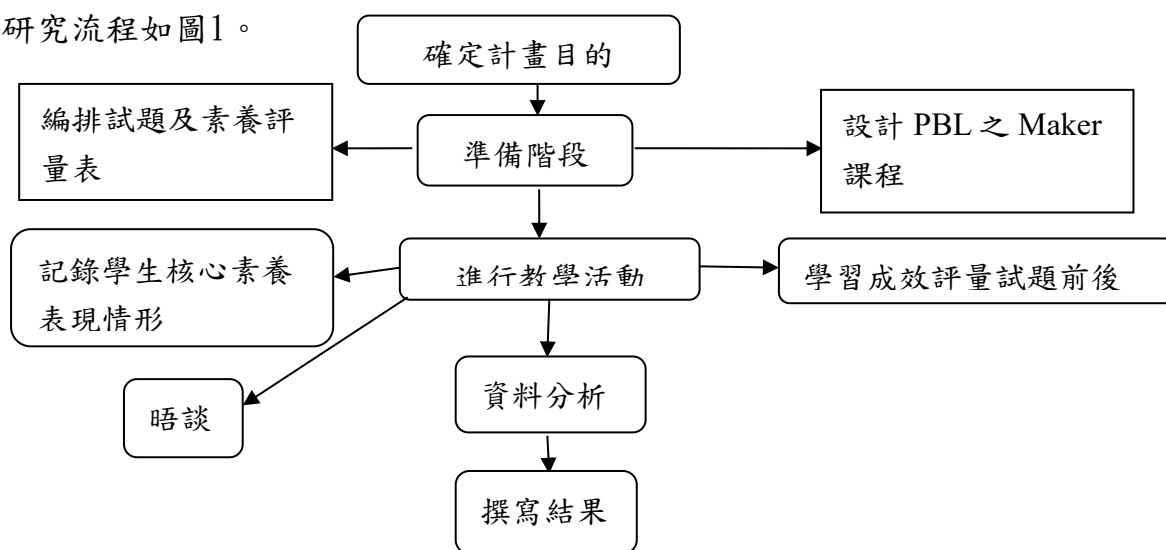


圖1 研究進度流程圖

表一 研究目的與研究工具對應一覽表

研究目的	研究工具	備註
問題導向學習之 Maker 課程設計	參考林麗娟(2002)PBL 之五階段進行課程設計	
以問題導向學習之 Maker 課程進行教學，對培養學生之核心素養之影響	教學觀察、成果展現及回饋表、素養導向紙筆評量	自主行動、溝通互動、社會參與三面向進行質性分析、獨立樣本 t 檢定
以問題導向學習之 Maker 課程進行教學，對學生之學習成效之影響	紙筆測驗	獨立樣本 t 檢定

參、目前研究成果：

本研究的目的是以問題導向學習的 Maker 課程設計，培養學生的核心素養及提升學生學習成效，因此研究分成四個階段進行。第一階段進行文獻資料蒐集；第二階段課程設計及素養導向評量紙筆測驗試題編製；第三階段進行教學及資料蒐集；第四階段資料分析及統計。目前研究成果包含：問題導向課程設計及素養導向評量紙筆測驗試題編製，評量部分經三位專家協助檢視，依其意見進行修正。

一、問題導向學習之 Maker 課程設計

本研究之課程的設計參考林麗娟(2002)PBL 之五階段，包含：「引起注意」、「分析問題」、「探究問題」、「呈現解決方案」、「評估學習成果」，將六下第一單元「巧妙的施力工具」，進行問題導向之 Maker 課程設計，在實驗組之自然課程中實施，而對照組則採用課本之教學流程搭配 Maker 教具之使用。課程時間皆為六周共18節課。

問題導向的課程設計包含三個活動：槓桿(四節課)、滑輪與輪軸(六節課)、動力傳送(八節課)。每個活動設計皆由情境問題引入，用以「引起注意」，進而引導學生針對情境，根據情境找出問題、「分析問題」，透過合作學習之方式，引導學生「探究問題」，並共同討論提出解決問題的方法，「呈現解決方案」，學生依據其問題的解決方案，經由合作，共同操作積木，在實作過程中，不斷修正解決問題。在各組完成合作解決方案之後，透過分享發表的方式，呈現各組之解決方案，並接受同儕之回饋與建議，用以「評估學習成果」。三個活動皆使用積木教具，讓學生依據現有的材料設計解決方案。而在對照組的部分，則依課本內容搭配積木的使用，讓學生透過實驗操作紀錄結果。

二、培養學生之核心素養

本研究以問題導向教學及一般教學方法，分別採用 Maker 課程與實驗組及對照組班級，並透過教學觀察、訪談、課程回饋表及素養導向評量，了解問題導向教學對學生核心素養之影響。在教學觀察、訪談部分，依據十二年國教課綱中的核心素養三面向：自主行動、溝通互動、社會參與面向進行分析，如表二：

表二 核心素養三面向分析

核心素養面向	實驗組	對照組
自主行動	學生主動分析問題情境，找出情境問題關鍵，進行問題解決方案的討論與設計，並在實作中不斷修正與改進，能符應「自主行動」面向中的問題解決、規劃執行及自我精進	學生依據教師及課本中的實驗步驟實驗，雖同樣使用積木教具進行活動，過程中遇到問題，學生往往從課本或詢問老師尋求解決，較少主動進行思考與討論解決方法
溝通互動	課程的過程中，學生為解決情境中的問題，透過小組討論共同尋找解決方案，合作解決問題，能符應「溝通互動」面向中的溝通表達	在課程的進行中，學生依據既定之實驗流程進行積木之操作與組裝，小組間的互動多為這個步驟的組裝方式為何，較少有小組成員間的討論及溝通表達
社會參與	課程當中，問題的解決方案需要小組進行合作共同解決，因此能符應「社會參與」面向中的團隊合作	在課程中為達成積木組裝，在「社會參與」面向中的團隊合作仍有呈現

在學生的課程回饋表中，實驗組的學生認為在課程中，透過在情境問題中尋找解決的方案，這樣的方式較為有趣，透過一起共同討論出解決方案並進行實際操作，對於原理能夠更理解，而且不會忘記，例如：「上課方式很好，可以讓我們清楚了解原理；上課方式很好，讓我們自己解決問題，印象更深刻；上課方式很有趣，會不想下課；老師會一直問問題，就要不斷思考，也更能清楚學習的內容；不拿課本上課，變化很多很有趣；從各組分享中，可以了解到問題解決有很多不同的方式」。而對照組的學生認為在課程中，可以透過積木操作很新奇有趣，有比較多實際操作的部分比較好，例如：「上課可以操作積木很好玩；用積木做實驗，沒有過這種經驗，很好玩」。

在素養導向的評量中，依據素養導向評量試題進行施測，並依據評分標準進行A、B、C、D、E等級評分，再轉換成分數，A表5分，B表4分，以此類推。兩班分數進行獨立樣本t檢定，在變異數同質性的Levene檢定未達顯著($F=0.230$)，表示兩個樣本的離散情形並無明顯差別，結果如表三。從表三可知，素養導向評量結果達顯著差異，表示實驗組學生在素養導向評量的表現上優於對照組學生，亦可說明，透過問題導向的教學可以培養學生之核心素養。

表三 素養導向評量之獨立樣本t檢定

班級	班級	人數	Mean	S.D.	t	p	95%信賴區間		Cohen's d
							下限	上限	
素養評量	對照組	28	19.21	6.460	-3.492	.001	-8.377	-2.266	.833
	實驗組	28	24.54	4.826					

三、學生之學習成效

本研究之學習成效，係依據第一單元之學習內容，編寫成就測驗，於課程結束後施測，依據施測結果，進行兩班之獨立樣本t檢定，在變異數同質性的Levene檢定

未達顯著($F=0.763$)，表示兩個樣本的離散情形並無明顯差別，所得結果如表四。從表四中可知，實驗組及對照組在成就測驗上的分數並無顯著差異，亦即兩班在第一單元「簡單的施力工具」中概念認知的學習成果並無顯著差異。

表四 成就測驗之獨立樣本 t 檢定

班級	班級	人數	Mean	S.D.	t	p	95%信賴區間		Cohen's d
							下限	上限	
成就測驗	對照組	28	71.32	16.074	-.925	.359	-12.859	4.753	.253
	實驗組	28	75.39	16.853					

肆、目前完成進度

本研究預定執行期間為民國106年8月1日至107年7月31日，共分四階段進行，第一階段進行文獻資料蒐集；第二階段進行課程設計；第三階段進行教學活動及資料蒐集；第四階段資料分析及統計。詳細進度表見表五。。研究目前已完成資料的分析及統計。

表五 研究進度表

	民國107年8月1日~108年7月31日				
	8月-9月	10月-11月	12月-1月	2月-3月	4月-7月
1. 蒐集文獻資料					
2. 課程設計、素養評量表及學習成效試題之編製					
3. 進行教學活動及資料蒐集					
4. 資料分析及統計					
5. 撰寫成果報告及成效評估					

伍、預定完成進度

本研究透過問題導向之 Maker 課程設計培養學生之核心素養及提升學習成效，研究已完成課程設計並於課程中進行實際教學，透過參考林麗娟(2002)PBL 之五階段，包含：「引起注意」、「分析問題」、「探究問題」、「呈現解決方案」、「評估學習成果」之課程設計，研究結果呈現可以培養學生之核心素養，在學習成效上，雖與對照組成績並無顯著差異，但在成績的呈現上仍較高於對照組。課程完成後亦進行訪談並請學生填寫課程回饋表，學生對於問題導向教學的反應良好，較喜歡這樣的課程設計，也表達這樣的方式對於學習能較有趣，也能對概念有較深的印象及理解。

陸、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

問題導向之 Maker 課程設計，共安排18節課，在學校課程中無法挪出太多彈性課程上課，因此配合自然與生活科技領域課程於正課時間進行，而課程需依原訂課程之概念重新設計，為配合學生之學習能力以及既有課程之概念需全部含括，課程的設計便耗費多時，而在素養導向之評量試題部分，學生的學習過程中，除 TASA 測驗，較

少接觸素養評量試題，因此試題的設計也是一大考驗。因此過程中，除文獻資料之蒐集與閱讀之外，另也與正在進行素養評量試題設計的教師進行討論，以期課程設計能達到研究之目的，評量亦能展現研究成果。而從學生的回饋表中，學生表示在問題導向的課程中，需要較多的思考與討論解決方案，常常會感到時間的不足，因此，在未來課程的設計上，時間的分配考量須能讓學生充分討論，而教師在教學協助上，亦須協助學生討論聚焦。

柒、參考資料

- 吳清山、林天祐(2005)。教育新辭書，臺北：高等教育。
- 計惠卿、張杏妃(2001)。全方位的學習策略－問題導向學習的教學設計模式。教學科技與媒體，55，58－71。
- 林麗娟（2002）。「問題導向學習」在網路資源式學習之應用。教學科技與媒體，60，42-53。
- 許良榮（1991）。科學素養－一個爭議中的論題。國教輔導，30，11-16。
- Bybee, R. W. (1997). Achieving scientific literacy. NH: Heinemann Portsmouth.
- Bybee, R. W. (2008). Scientific literacy, environmental issues, and PISA 2006: The 2008 Paul F-Brandwein lecture. Journal of Science Education and Technology, 17(6), 566-585.
- Delisle, R. (2003)。問題引導學習 PBL（周天賜譯）。台北：心理（原著出版年：1997）。
- H. S. Barrows, “How to design a problem-based curriculum for the preclinical years,” New York, NY: Springer, 1985.
- H. S. Barrows and R. M. Tamblyn, “Problem-based learning: An approach to medical education,” New York, NY: Springer Publishing, 1980.
- H. G. Schmidt, et al. “Peer Versus Staff Tutoring in Problem-based Learning,” Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, 1993.
- Langer, J. A., Applebee, A. N., & Nystrand, M. (1995). Technical proposal for National Research and Development Center in student learning and achievement in English. Albany: University at Albany.
- OECD. (2016). Global competency for an inclusive world. Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/Global-competency-for-an-inclusive-world>.
- Whitehead, A. N. (1967). The aims of education and other essays. New York: The Free Press.
- Wiggins, G.、McTighe, J. (2006). Understanding by Design (2 ed.). Upper Saddle River, New Jersey: Pearson / Merrill Prentice Hall.