

教育部109學年度中小學科學教育計畫專案

期中報告大綱

計畫編號：75

計畫名稱：以引導式建模探究教學之 Maker 課程培養國小高年級學生
科學素養之研究

主持人：莊秋蘭

執行單位：臺中市太平區新光國民小學

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。而科學探究可視為一種問題解決的訓練，這種訓練同時重視問題解決的歷程與結果，其最終目的是希望培養獨立的問題解決者。

12年國教課綱於今年正式上路，根據12年國民教育自然科學領綱中指出，自然科學領域核心素養的內涵包含：(一) 引導學生習科知識的「核心概念」；(二) 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」；(三) 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」。藉由此三大內涵的實踐，引導學生學習科學知識的「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，因此在學習表現架構呼應核心素養，包含科學認知、探究能力與科學的態度和本質，其中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。

科學素養長久以來都被用來界定學校科學教育的目標 (Bybee,2009)，科學素養沒有確切的定義，OECD 在 PISA 中，將科學素養定義為：「一個人...使用科學知識去辨認問題的能力、解釋科學現象、對於科學議題能提出以證據為導向的結論。能察覺科學與科技是如何影響我們物質的、符號的及文化的環境。並願意以公民的身分參與與科學相關的事務」(OECD, 2009)。自2000年起，PISA 針對閱讀、數學、科學三個領域進行素養測驗，2006年及2015年為科學素養，其所發展的科學素養評量架構有所不同，本研究配合十二年國教自然領與之核心素養及學習表現架構，本研究之科學素

養能力採用2015年之三個素養面向：(一)科學地解釋現象的能力：對一系列自然和技術現象進行解釋和評估；(二)評估和設計科學探究：設計科學調查，以科學的手段解決問題；(三)科學地處理數據和證據：以不同的方式分析和評估數據、觀點，得出合理的科學結論。依此三個面向訂定評量指標。

然在國小階段的學生，各項能力的培養仍屬基礎階段，學生的各項能力仍在發展成長中，在學習的過程中，仍需教師在教學中，透過引導思考讓學生能主動探索學習。引導式建模探究教學以5E探究學習環的參與、探索(explore)、解釋(explain)、精緻化(elaboration)和評鑑的五個階段為基礎，結合 Schwarz 與 White(2005)所提出的科學探究學習環的問題、假說、研究、分析、模型和評鑑，進而歸納設計出「引導式建模探究教學」。因此本研究擬以引導式建模探究教學，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，以培養學生之科學素養以及學習成效。

貳、研究方法及步驟：

本研究的目的是以引導式建模探究教學設計 Maker 課程，培養學生的科學素養及提升學生學習成效，教學的設計參考鐘建坪(2010)引導式建模探究教學步驟，包含：「參與」、「引導問題」、「假說」、「研究」、「分析」、「模型」、「評鑑」，搭配既有單元之「簡單機械」的概念，重新設計 Maker 課程，讓學生透過動手實做、小組合作共同解決問題。在「參與」的部分：設計與學生生活經驗相關的情境式問題，引起學生學習興趣，並能主動參與教學活動，主要是期望學生能在接下來的每一個階段都能維持較高的興趣和正向的學習態度；在「問題」部分：引導提出學生可應用以往學過知識的問題，期望能與以前的經驗連結；在「假說」：引導學生找出問題包含的可能變因並提出具有科學性的假說；在「研究」的部分：引導學生根據假說和變因之間的關係設計實驗，並準備實驗工具，以便能進行實驗與蒐集數據；在「分析」的部分：引導並協助學生可藉由科技工具，找出所蒐集數據間可能的因果關係，並能進行解釋；在「模型」：引導學生由數據中找出規則性並進行合成模型，再使用此模型進行預測，進而應用此模型到新的情境；在「評鑑」的部分：引導並協助學生在整個過程中的每個階段不斷地進行檢視，以便隨時可以知道在哪個環節需要進行調整，目的則是為了修正先前階段形成的模型或者做為前往下一個階段的依據。如表一中之簡述。

表一 引導式建模探究教學 Maker 課程初步設計

主題/學習內容	教學步驟	資料蒐集
<p>生活情境問題</p> <p>1. 電梯的使用非常的方便，但電梯升降速度的控制如何調整呢？</p> <p>2. 騎腳踏車是健康生活的一部分，但有時騎起來也是很吃力，有沒有甚麼方法可以控制腳踏車，讓自己騎起來可以比較輕鬆呢？</p> <p>3. 迴力車是童年的回憶，也是今年的學校科學競賽的項目，如何設計自動控制迴力車的運作拿下大獎呢？</p>	<p>參與：主題學習內容引起學生學習興趣及參與度</p> <p>問題：引導學生提出競賽中主要的問題，並思考解決方案</p> <p>假說：引導學生依據問題提出假設</p>	<p>學習單、教學日誌、科學素養評量前後測、學習成就測驗前後測</p>
<p>電梯模型製作</p> <p>1. 觀察電梯升降，並結合程式設計製作電梯升降模型</p> <p>2. 探討控制電梯升降的因素，理解齒輪扮演的角色</p> <p>3. 將實體模型轉為繪圖模型</p>	<p>研究：引導學生根據假設提出實驗設計及步驟</p>	
<p>腳踏車齒輪比探究</p> <p>1. 觀察腳踏車齒輪運轉，結合程式設計製作簡易腳踏車模型</p> <p>2. 調整齒輪比，探討施力與齒輪間的關係</p> <p>3. 找出輕鬆騎腳踏車的最佳齒輪比模型</p>	<p>分析：根據實驗所蒐集的資料進行分析</p> <p>模型：整合歸納結果形成理論模型，再依據模型類比至相同情境問題進行預測及解釋</p>	
<p>迴力車大賽</p> <p>1. 迴力車的原理探究</p> <p>2. 設計可以行走的迴力車</p> <p>3. 依據競賽要求調整迴力車設計，建立齒輪與速度關係模型</p>	<p>評鑑：以學生探究過程的討論情形進行評鑑</p>	

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引導式建模探究教學設計 Maker 課程，探討學生之科學素養，評量之項目搭配課程內容，依據 PISA 科學素養評量的指標進行命題，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前後測，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，各28位學生，共56為學生，分別實施一般探究教學及引導式建模探究教學，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

研究目前已完成之進度為第一階段進行文獻資料蒐集；第二階段課程設計及科學素養評量及學習成效試題編製，本研究參考鐘建坪(2010)引導式建模探究教學步驟，已完成研究之引導式建模探究教學之 Maker 課程設計，課程之設計為一個單元之教學活動，配合六下自然與生活科技領域第一單元課程，設計的理念融合 Maker 之精神，除了機具操作、設計創新、以及 STEM 知識之外，更重要的是透過實作體驗的學習，以及自我效能的強化、以及團體歸屬感的建立，透過 Maker 活動，學生從完成作品中建立成就感與自信心，從動手操作中建構學習的體驗，從任務工作的達成中培養負責任的態度，從與眾不同的設計中強化自我效能以及創新能力(張玉山，2016)。配合課程設計，為了解學生透過課程核心素養之養成，已完成設計教學日誌及小組討論之學習單、課程回饋表格及半結構式訪談大綱等質性研究工具，為了解學生之科學素養及學習成效，亦已完成科學素養評量及學習成就之試題。

伍、 預定完成進度

本研究之課程設計及科學素養評量業已完成設計，評量試題將由一位科學教育研究所教授、一位資深自然科學教師進行審查，進行專家效度的評鑑與修訂。修訂完成之科學素養評量將由五個班級學生共140位學生進行預試，再進行內部一致性、難易度及鑑別度分析，最後再進行修正，完成科學素養評量試題，作為研究之研究工具。教學活動將配合課程進度於下學期實施，並蒐集研究資料。教學進行前先實施科學素養評量試題之前測，課程教學中進行教學觀察及小組討論紀錄，課程教學完成後，進行科學素養評量試題之後測、學生回饋單之撰寫以及訪談，訪談的對象為班級學習成就高、中、低學生各兩名，以進一步了解學生科學素養的養成及學習成效。資料蒐集完成進行質性分析及相依樣本 t 考驗，引導式建模探究教學對學生科學素養之培養及學習成效之影響。

陸、 討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

引導式建模探究教學之 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包含，課程的設計便耗費多時，而在科學素養之評量試題部分，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。

柒、參考資料

鐘建坪 (2010)。引導式建模探究教學架構初探。科學教育月刊，328，2-18。

Bybee, R. W., & DeBoer, G. (1993). Goals for the Science Curriculum. In Handbook of Research on Science Teaching and Learning. Washington, DC: *National Science Teachers Association*.

OECD. (2016). Global competency for an inclusive world. Retrieved from

<https://www.scirp.org/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2352875>

Schwarz, C., & White, B. (2005). Meta-modeling knowledge: Developing students' understanding of scientific modeling. *Cognition and Instruction*, 23(2), 165-205.

Wiggins, G. J., & McTighe, J. (2006). Understanding by Design: Expanded Second Edition, 2nd Edition. *Understanding by Design*, 35-55.