

教育部 104 學年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計畫名稱：以教科書實驗操作轉化為探究活動文本研究:以物理單元為例

主持人：葉鴻楨

E-mail：lotsyhj@gmail.com

共同主持人：

執行單位：宜蘭縣羅東國小

一、計畫執行摘要

1.是否為延續性計畫？（請擇一勾選） 是 否

2.執行重點項目（請擇一勾選）：

- 環境科學教育推廣活動
- 科學課程教材、教法及評量之研究發展
- 科學資賦優異學生教育研究及輔導
- 鄉土性科學教材之研發及推廣
- 學生科學創意活動之辦理及題材研發

3.辦理活動或研習會等名稱：教學研討會/教學分享

4.辦理活動或研習會對象：學校社群教師/全縣自然科教師

5.參加活動或研習會人數：6/10

6.參加執行計畫人數：7

7.辦理/執行成效：

二、計畫目的

(一)經由轉換教科書實驗操作內容為具探究性質之活動，藉以促進學生的學科學習。

(二)引導學生逐步深入學習探究科學領域內涵，增進科學學習成效。

(三)引導學生從事探究歷程之學習，透過提出問題、問題的理解、解決方法的選擇、問題的解題與說明、成果分析與分享，藉以達成溝通、組織與改變科學概念的學習，提升學生之思維能力。

三、研究方法

本研究將依據學習前測、文本轉換試寫、實驗驗證教學、學習後測、文本轉換修寫與新學年學生試用教學等項目進行，透過前、中、後等歷程活動中，給予多角檢測與驗證，從中分析實施成效，並釐清文本的改寫與探究活動的安排與參與學生學習成效之關係，在既有的現行教科書文本上進行轉化【附件一】，期許能深層引領學生深入參與並

學習如何進行科學探究。茲將方法與步驟說明如下(圖 1)：

1. 學習前測、資料蒐集與分析
透過實驗組與對照組班級，在現有單元教學前進行學習前測，藉由前測資料蒐集與分析，提供下階段文本轉換試寫之參考。
2. 文本轉換試寫
利用現有教材實驗操作內容【附件二】，輔以前階段蒐集之資料，進行教科書實驗操作轉化為探究活動文本研究範例之試寫，並將試寫之材料提供下階段應用。
3. 實驗驗證教學
利用前階段之轉換材料，融入課堂教學中，並比較實驗組與對照組班級，相關概念習得之差異性。
4. 學習後測
透過實驗組與對照組班級學習後測，從中分析學生概念學習之成效，以及教科書實驗操作轉化為探究活動之範例是否可行。
5. 文本轉換修寫與試用
應用上階段所獲得之結果，進行教科書實驗操作轉化為探究活動文本修寫；並將修寫後之文本先行試用於下學年度學生。
6. 成果分析與報告
針對教科書實驗操作轉化為探究活動文本範例之可行性進行分析，以為其他領域進行教材改寫時之參考。



圖 研究流程圖

四、研究成果

實施計畫

- 研究計畫之背景
 - 科學的任務是揭示事物發展的客觀規律，探究客觀真理以作為改造世界的指南，而小學的科學課程是以培養科學素養為宗旨，培養之科學素養應符合社會的科學技術知識之瞭解，對基本的科學方法之掌握，並建立科學思想，因此如何透過學生自主的觀察、參與實驗、論證與討論，從科學探究與科學的科學概念是重要的，透過此研究計畫達成此目標。
- 研究計畫之目的
 - 藉由轉化教科書實驗操作內容為具探究性質之活動，藉以促進學生的科學學習。
 - 引導學生逐步深入學習探究科學領域內涵，增進科學學習成效。
 - 引導學生從探究歷程之學習，透過提出問題、問題的瞭解、解決方法的選擇、問題的解釋與說明、成果分享與分享、繪以達成溝通、組織與交際科學概念的學習，提升學生之思維能力。

實施對象

- 三上-嘗試、實驗階段
- 實驗組(有探究式實驗)-三年孝班26人
- 對照組(無探究式實驗)-三年愛班26人
- 三下-實驗階段
- 實驗組(持續實施探究式實驗)-三年孝班26人
- 對照組(開始實施探究式實驗)-三年愛班26人

嘗試、實驗階段心得分享

- 探究式教學時間掌控不易，相同單元需花上2-3倍時間進行教學。
- 如何在有限時間內，引導三年級學生進行探究，甚至表達出(寫、畫、說)想要表達的意思。
- 教師在課堂上如何引導學生思考？
例如：請學生討論不同形狀磁鐵的共同性及差異性。舉例：教師以鉛筆、自動筆和原子筆為例子(學生經驗)，引導學生說出共同性和差異性。

已完成進度

- 實施前-準備工作(了解何謂探究、確定教學步驟)
- 實施步驟
 - 前測：了解學生起點行為
 - 學習單設計：文本轉換(食譜式→探究式)
 - 分組教學：根據前測結果分組(A、B、C)教學。(專家建議：可嘗試異質分組。)
 - 試題分析：了解學生對開放性問題表現差異。

實施階段-專家建議

- 專家建議教學活動要符合學生認知發展。
- 根據皮亞傑 (Piaget) 兒童認知發展論，三年級學生認知階段屬具體運思期。
- 布魯納(J.S. Bruner)強調學習時，結構(structure)的重要性，認為教材的結構與學生的認知結構必須互相配合。
- 教學者必須提供學習者以直接經驗來進行學習，從經驗的形象表現(如圖片、影片等)到符號表現(如語言、文字)

實施階段思考

- 根據分段能力指標過程技能，教師要如何引導二年級學生學習探究能力？

科學與科技素養	第一階段 (一、二年級)	第二階段 (三、四年級)	第三階段 (五、六年級)
過程技能-比較與分類	1-3-2比較圖樣或實物，辨識異同，找出異同點(使用標記)	1-3-2利用量尺或秤量工具測量、數量化的比較	1-3-2實驗時，在儀器、材料、量具、量化的比較
過程技能-組織與溝通	1-3-1由系列的觀察資料，提出一個要點	1-3-3能在教師的引導下，提出一個要點	1-3-3實驗時，確認相關的資料，能描述、確認相關的資料
過程技能-歸納與推斷	1-3-2觀察並推測結果、方法相同，得到相同的結果	1-3-4能從實驗的資料中，發現出結果、推測結果	1-3-4能從實驗的結果中，發現出結果、推測結果

內容摘要

- 1. 實施計畫
- 2. 實施對象
- 3. 主題選擇依據
- 4. 已完成進度(嘗試、實驗、實施階段)
- 5. 後續發展

主題選擇依據

- (1)教學進度:配合教學進度挑選實施單元。
- (2)單元考量:挑選單元中物理實驗
- 三上自然單元(康軒版)-植物的身體、**神奇磁力(嘗試階段)**、看不見的空氣、廚房裡的科學(實驗階段)
- 三下自然單元(康軒版)-種蔬菜、**百變的水(實施階段)**、認識天氣、動物大會師。

實施階段心得分享

- 時間要掌握：討論前明確告知學生討論有時間限制，使用計時器計時，可減少學生閒置時間。(原討論時間：5~10分→3~5分。)
- 優點：1.教學時間易掌握，教學流程較順暢。
2.學生忙著討論，效率也提高許多。
- 限制：學生思考時間受限，對思考弱勢學生較不利。

實施階段前

- 教材內容設計(文本改寫)：食譜式實驗→探究式實驗。
- 了解何謂探究？
- 歸納-發現並探索問題、獨立思考、「證據-解釋」(舉證)取同等。
- 確定探究教學步驟：
 - 觀察、發現(問題)、提出假設、實驗驗證、發展出暫時性結論。

實施階段分享

- 思考：探究式教材內容如何安排或改寫，能符合學生認知發展又能達到培養學生探究能力之目的？
- 實施策略：學生透過觀察(具體)與經驗的連結，從經驗的形象表現(圖片)到符號表現(如語言、文字)。
- 教學發現：學生思考能力是可訓練的，要有足夠的時間引導學生思考。
- 教學困難：如何在有限時間內，引導三年級學生進行探究與表達。

科學與科技素養	第一階段 (一、二年級)	第二階段 (三、四年級)	第三階段 (五、六年級)
過程技能-比較與分類	1-3-2比較圖樣或實物，辨識異同，找出異同點(使用標記)	1-3-2利用量尺或秤量工具測量、數量化的比較	1-3-2實驗時，在儀器、材料、量具、量化的比較
過程技能-組織與溝通	1-3-1由系列的觀察資料，提出一個要點	1-3-3能在教師的引導下，提出一個要點	1-3-3實驗時，確認相關的資料，能描述、確認相關的資料
過程技能-歸納與推斷	1-3-2觀察並推測結果、方法相同，得到相同的結果	1-3-4能從實驗的資料中，發現出結果、推測結果	1-3-4能從實驗的結果中，發現出結果、推測結果

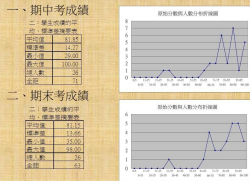
科學與科技素養	第一階段 (一、二年級)	第二階段 (三、四年級)	第三階段 (五、六年級)
科學本質	3-1-0能依照自己所觀察到的現象提出問題或疑問	3-2-0知道可用科學的方法來獲取知識	3-3-0能由科學的探究過程中，了解科學知識是經過考驗的
	3-1-0相信每個人只靠自己的能力，皆可獲得科學的知識	3-2-0能覺察科學與生活的關係	3-3-0能運用科學的知識解決生活中的問題
		3-2-0能覺察科學與生活的關係	3-3-0能運用科學的知識解決生活中的問題

科學與科技素養	分段能力指標		
	第一階段 (一、二年級)	第二階段 (三、四年級)	第三階段 (五、六年級)
科學應用	7-1-0 能善用科技工作 7-1-2 學習操作各種簡單儀器	7-2-0 利用科學知識處理問題並表達 7-2-2 能設計、表達科學探究的情緒和想法 7-2-3 能安全妥當地使用日常生活中的器具	7-3-0 能運用實驗處理問題並表達 7-3-2 能設計、表達科學探究的情緒和想法 7-3-3 能規劃、組織科學探究 7-3-4 能設計多巧妙工具來完成科學探究的問題

實施階段一文本改寫

1. 洗滌學生透過實驗觀察後，自行探討差異性。
2. 根據觀察現象的差異性，學生自行提出問題。
3. 提出假設對三年級學生難度較高，需要較多時間引導。

實驗班期中、期末考成績比較 (有探究式實驗)



發現與思考

- 一、實驗組期中、期末成績較穩定。
- 二、對照組期中、期末成績差異大。
- 思考：期末考題對實驗組是否比較有利？

試題分析

一、第(4)題答對率、難度與鑑別度分析

實驗組(有探究式實驗) 對照組(無探究式實驗)

結論：該題目(開放性問題)對實驗組較有利。

作答人數 26人	作答人數 26人
答對人數 14人	答對人數 4人
答錯人數 12人	答對人數 22人
答對率 53.8%	答對率 15.3%
難度 (P) 0.55	難度 (P) 0.24
鑑別度 (D) 0.65	鑑別度 (D) 0.26

104下重測(5月12日)試題分析

一、答對率、難度與鑑別度分析

實驗組(有探究式實驗) 對照組(104下開始探究式實驗)

項目	104上	重測	項目	104上	重測
作答人數	26人	25人	作答人數	26人	25人
答對人數	14人	13人	答對人數	4人	11人
答錯人數	12人	12人	答錯人數	22人	14人
答對率	53.8%	52%	答對率	15.3%	44%
難度 (P) 0.55	0.22	難度 (P) 0.24	0.51		
鑑別度 (D) 0.65	0.44	鑑別度 (D) 0.26	0.37		

後續發展

- 延伸各主題甚至各科別(生物、物理、化學、地科)實驗，將教科書實驗操作轉化為探究活動，進行文本改寫。

實施階段一文本改寫

食譜式 探究式

實施階段一文本改寫

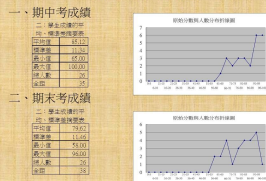
一、期中考成績

學年級別	平均分數
三年級	81.21
四年級	82.21
五年級	80.00
六年級	76.00
總平均	79.86

二、期末考成績

學年級別	平均分數
三年級	81.21
四年級	82.21
五年級	80.00
六年級	76.00
總平均	79.86

對照班期中、期末考成績比較 (無探究式實驗)



104上期末考針筒實驗試題分析

- (二)王老師將兩個分別裝水及空氣的注射筒的筒口，用橡皮擦塞住，如下圖所示，請回答下列問題：
 - (提示：和空氣有關)
- 該題屬於開放性問題，課本與平時作業未出現類型的問題，學生無法練習也不易猜測。

發現

- 實驗組在開放性思考問題表現優於對照組；開放性思考問題不利於對照組。

作答人數 26人	作答人數 26人
答對人數 14人	答對人數 4人
答錯人數 12人	答對人數 22人
答對率 53.8%	答對率 15.3%
難度 (P) 0.55 (適中)	難度 (P) 0.24 (較難)
鑑別度 (D) 0.65	鑑別度 (D) 0.26

結論

- 一、實驗組答對率差異不大(53.8%→52%)；對照組104下開始探究式實驗，答對率明顯提升(15%→44%)。
- 二、實施探究式實驗後，學生在開放性思考問題表現較佳。

五、討論及建議（含遭遇之困難與解決方法）

探究式教學如何在有限時間內，安排符合學生認知發展的步驟？探究歷程需要較多時間，如何在有限的時間內，安排符合學生認知發展的步驟或課程，可讓三年級學生（初學者）更容易進入狀況。例如：論證法有三段和五段式論證，初學的學生可從主張、證據、論證三段式論證入門，學生熟悉後再引入五段式論證。