

南華大學科技學院永續綠色科技碩士學位學程

碩士論文

Master Program of Green Technology for Sustainability

College of Science and Technology

Nanhua University

Master Thesis

應用 POE 教學策略於國小中年級學童自然科學

及教育永續發展之影響

The Effectiveness of POE Teaching Strategies on the Natural
Sciences and Sustainable Development of Education in the
Middle-grade Curriculum of Elementary School

劉淇姍

Chi-Shan Liu

指導教授：林文賜 博士

Advisor: Wen-Tzu Lin, Ph.D.

中華民國 111 年 6 月

June 2022

南 華 大 學

科技學院永續綠色科技碩士學位學程

碩 士 學 位 論 文

應用 POE 教學策略於國小中年級學童自然科學
及教育永續發展之影響

The Effectiveness of POE Teaching Strategies on The Natural Sciences
and Sustainable Development of Education in The Middle-Grade
Curriculum of Elementary School

研究生： 劉淇珊

經考試合格特此證明

口試委員： 林昭慶
陳淑敏
甘文男

指導教授： 甘文男

系主任(所長)： 洪耀明

口試日期：中華民國 111 年 6 月 18 日

謝誌

首先誠摯地感謝指導教授林文賜老師督促和鼓勵，我從一開始毫無頭緒不知如何著手論文題目和方向，是吾師啟迪我在自己最熟悉的教學領域中發展論文方向，從文獻的探討、研究方向的選擇、觀念架構之建立、問卷之設計……，每次論文討論中，吾師總是讓我茅塞頓開，活絡了思緒，輔以不時的督促鼓勵並指點我正確的方向，獲益匪淺，至最後研究所生涯中綻放一朵美麗的論文花朵，終於~~我的論文順利完成!我也在教學實務和理論的洗禮下，體會教學領域的深奧，精進自己的教學技能，更點燃了我對教學研究工作的興趣，師恩浩瀚，永銘五內。

回憶起在研究所的生活，那感觸真是一言難盡。大家工作之餘還努力修課進修，一起互相幫忙的革命情感，當然還有熱鬧的閒扯和美食享受……，過去生活的點點滴滴仍歷歷在目，轉眼間我已屆畢業的時候，衷心感謝各位老師們、學長姐、同學們的陪伴打氣，因為有你們，我的研究所生活很充實和幸福，我的視野更加遼闊。

而最後也是最重要的是，家人在背後無微不至地照顧與默默支持是我前進的動力，因為家人的體諒與包容，還有體貼的不打擾和主動扛起家務，我才能心無旁騖專心撰寫論文，衷心感謝他們無所求的付出。

中文摘要

本研究以國小中年級自然科單元，名稱：「水的三態」為主題，應用 P O E 探究教學法，讓學生分組進行觀察、實作、記錄、發表。紀錄 P O E 學習法之學生的學習成就、學習興趣及探究能力，並以統計分析評估其之成效，進而了解對「教育」永續發展的影響。整合相關資料分析得到以下結果：

- 一、「水的三態」問卷分析，P O E 探究教學法對講述教學法之學生的自然學習認知、學習興趣、自然學習探究能力有顯著提升。本研究從文獻、學習者問卷資料，主要是：講述性教學是由教師灌輸給學生，學生被動接受即可，這種被動複製知識的學習，未能有效提昇學生思考及解決問題的能力，對學生自然學習認知、學習興趣、學習探究能力未有明顯成效。
- 二、POE 教學法可以營造教學情境及促發學生自主學習，對學生自然科學的學習認知、學習興趣、探究能力有很好發展，在本研究中有明顯成效。
- 三、POE 探究教學法對學生的自然科學整體學習成效有顯著提升，也就是 POE 教學方式能緊緊牽動著學生在自然科學的學習成效與教育品質。

關鍵詞：少子化、POE 探究教學法、教育永續發展

ABSTRACT

This research focuses on the natural subject unit of elementary and middle-grade students, called the three states of water, and applies the POE inquiry teaching method to allow students to observe, practice, record, and publish in groups. Record the students' learning achievement, learning interest and inquiry ability of POE learning method, and evaluate their effectiveness through statistical analysis, so as to understand the impact on the sustainable development of "education". The following results were obtained by integrating relevant data analysis:

1. According to the questionnaire analysis of "Three States of Water", the POE inquiry teaching method has significantly improved the students' natural learning cognition, learning interest, and natural learning inquiry ability. Based on the literature and learner questionnaire data, the main reason is that didactic instruction is instilled by teachers to students, and students can passively accept it. This passive copying of knowledge learning fails to effectively improve students' thinking and problem-solving. It has no obvious effect on students' natural learning cognition, learning interest and learning exploration ability.

2. The POE teaching method can create a teaching situation and promote students' autonomous learning, and has a good development of

students' natural science learning cognition, learning interest, and inquiry ability, and has obvious results in this research.

3. The POE inquiry teaching method has significantly improved the overall learning effect of students in the natural sciences, that is, the POE teaching method can closely affect the students' learning effect and educational quality in the natural sciences.

***Key Words:* Low birthrate, POE inquiry teaching method, sustainable development of education**



目錄

謝誌.....	I
中文摘要.....	II
ABSTRACT.....	III
目錄.....	V
圖目錄.....	VII
表目錄.....	VIII
第一章 緒論.....	1
1.1 研究動機.....	1
1.2 研究目的.....	2
1.3 研究架構.....	4
第二章 文獻探討.....	6
2.1 名詞釋義.....	6
2.2 教育問題.....	9
2.3 POE 教學法的相關研究.....	11
第三章 研究方法.....	15
3.1 兩種教學法之比較及 SWOT 分析.....	15
3.2 研究方法與對象.....	19
3.3 POE 教學理論及實施原則與步驟.....	20

3.4 教學教材.....	23
第四章 結果與討論	26
4.1 問卷設計、施測及計分.....	26
4.2 問卷描述統計	28
4.3 不同教學法之學習成效探討.....	39
4.4 課堂質性研究	47
第五章 結論與建議	50
5.1 結論	50
5.2 建議.....	52
參考文獻.....	53
附件一：「水的三態」POE 教學教案	56

圖目錄

圖 1	研究流程圖.....	5
圖 2	POE 課程流程圖.....	24
圖 3	「涓滴之流，創意雨撲滿」POE 流程圖.....	25
圖 4	POE 教學法和講述教學法對探究能力之盒鬚圖.....	35
圖 5	POE 教學法和講述教學法對學習興趣之盒鬚圖.....	36
圖 6	POE 教學法和講述教學法對學習認知之盒鬚圖.....	37
圖 7	POE 教學法和講述教學法對整體學習成效之盒鬚圖.....	38



表目錄

表 1 POE 教學法相關的論文研究.....	13
表 2 POE 教學法與講述性教學法之知識建構方式比較.....	16
表 3 講述教學法之 SWOT 分析.....	17
表 4 POE 教學法之 SWOT 分析.....	18
表 5 老師與學生在 POE 教學策略中的活動.....	22
表 6 POE 教學法學生在「水的三態學習問卷」各分量原始分數.....	28
表 7 講述性教學法學生在「水的三態學習問卷」各分量原始分數..	29
表 8 POE 教學法學生在「水的三態學習問卷」各分量比重轉換分數	31
表 9 講述性教學法學生在「水的三態學習問卷」各分量比重轉換分數	32
表 10 兩組學生在「水的三態學習問卷」各分量和總量得分之平均數 與第 1、2、3 中位數.....	34
表 11 兩種教學法對「探究能力」之獨立樣本 T 檢定總表.....	40
表 12 兩種教學法對「探究能力」之獨立樣本 T 檢定.....	40
表 13 兩種教學法對「學習興趣」之獨立樣本 T 檢定總表.....	42
表 14 兩種教學法對「學習興趣」之獨立樣本 T 檢定.....	42
表 15 兩種教學法對「學習認知」之獨立樣本 T 檢定總表.....	44
表 16 兩種教學法對「學習認知」之獨立樣本 T 檢定.....	44
表 17 兩種教學法對「整體學習成效」之獨立樣本 T 檢定總表.....	46
表 18 兩種教學法對「整體學習成效」之獨立樣本 T 檢定.....	46

第一章 緒論

1.1 研究動機

臺灣面臨少子化問題，且進程十分快速，出生率持續下跌，根據內政部最新人口統計數據顯示，台灣人口數已連續 2 年呈現負成長，2019 年全年每月的出生數皆低於死亡數，出現「生不如死」的狀況，勢必將嚴重衝擊學前、國中小、高等教育。

少子化所產生的教育問題，已浮現出來，少子化代表著未來勞動人口可能逐漸變少，對於社會結構、經濟發展等各方面都會產生重大影響。每一個孩子都是一個希望，身處資訊和知識爆炸的時代，我們的現代教育必須有所轉變，除了教授學科知識，培養孩子擁有面對挑戰、解決問題的能力更顯重要。為了讓所有兒童與青少年都能獲得高品質的教育，聯合國希望在 2030 年前，確保所有男女學生都能完成免費、公平及高品質的中小學教育，且都能獲得有效的學習成果。研究者有感於少子化及教育永續議題持續發燒，在「以學生為主體」的教學理念下，期望以不同的教學法來改進學生的學習態度，亦可讓研究者的教學方式有所創新、更加進步。

1.2 研究目的

如何達到所有孩童都能接受平等且高品質的教育，確保學生獲得能促進永續發展的知識與技能，營造孩子們探索問題與解決問題的學習情境。透過 POE 探究式的教學歷程，結合生活日常的細心觀察、動態的自然現象回顧，以及教學現場的實作分析，盼讓學生得以自主學習、更讓探究精神延伸，培養孩子擁有面對挑戰未來、解決問題的能力來達成精緻化教學的目標。

呼應聯合國希望在 2030 年前，確保所有男女學生都能完成免費、公平及高品質的中小學教育，且都能獲得有效的學習成果。本研究也會藉此探討探究教學法和講述教學法對學生之影響，紀錄學生透過 POE 學習法之學習成就、學習興趣及探究能力，並以統計分析評估 POE 學習法之成效，進而了解對「教育」永續發展的影響。

在本研究中，筆者扮演著「老師」及「研究者」的角色。以「研究者」的身份學習到 POE 探究教學法，分析相關的資料；以「教師」的身份帶領學生進行 POE 探究教學法，並觀察學生在 POE 探究教學法中學習反應及學習狀況，提供「教師」的身份進行反省與調整其教學，在此研究的過程中，「研究者」身份由文獻探討不斷獲得新的資訊與看法，以幫助「教師」身份提出更適合的教學與學習模式。

本研究目的與研究問題分別如下：

一、研究目的

- (一) 「水的三態」學習認知成就分析，POE 探究教學法對講述教學法之學生的自然學習認知是否有幫助。
- (二) 「水的三態」學習興趣分析，POE 探究教學法對講述教學法之學生的自然學習興趣是否有幫助。
- (三) 「水的三態」探究能力分析，POE 探究教學法對講述教學法之學生的自然學習探究能力是否有幫助。
- (四) POE 探究教學法對「教育」永續經營的影響。

二、研究問題

- (一) 「水的三態」學習認知成就分析，POE 探究教學法對講述教學法之學生的自然學習認知是否有顯著提升？
- (二) 「水的三態」學習興趣分析，POE 探究教學法對講述教學法之學生的自然學習興趣是否有顯著提升？
- (三) 「水的三態」探究能力分析，POE 探究教學法對講述教學法之學生的自然學習探究能力是否有顯著提升？
- (四) POE 探究教學法對「教育」永續經營的影響？

1.3 研究架構

本研究之流程如圖 1，大略分為研究方向之確認、相關文獻探討、研究設計內容、構想發展執行及結論與建議五大部分，其相關內容之說明如下。

一、前言

研究方向範圍之確認，敘明研究動機及目的，研擬本研究之論文架構及流程。

二、文獻回顧及資料蒐集分析

相關文獻針對「名詞解釋」、「教育問題」、「學習成效」、「POE 教學理論及實施原則與步驟」、「兩種教學法比較」及「POE 教學法的相關研究」之定義及指標作資料蒐集及統整歸納。

三、研究設計及方法

從研究架構中，決定研究變項及研究對象，以「問卷」作為研究工具；其中包括資料分析的運用。

四、結果與討論

針對不同教學法的學童問卷資料做敘述統計和 T 檢定，及運用前述文獻回顧、資料蒐集分析，依結果提出合理推論，並規劃相關實質建議，提供全面性及整體性之探討，以提升永續教育理念之推展。

五、結論與建議

根據資料整理分析結果，做成結論與建議，並依據本研究所遭遇之問題提出未來建議及研究方向。

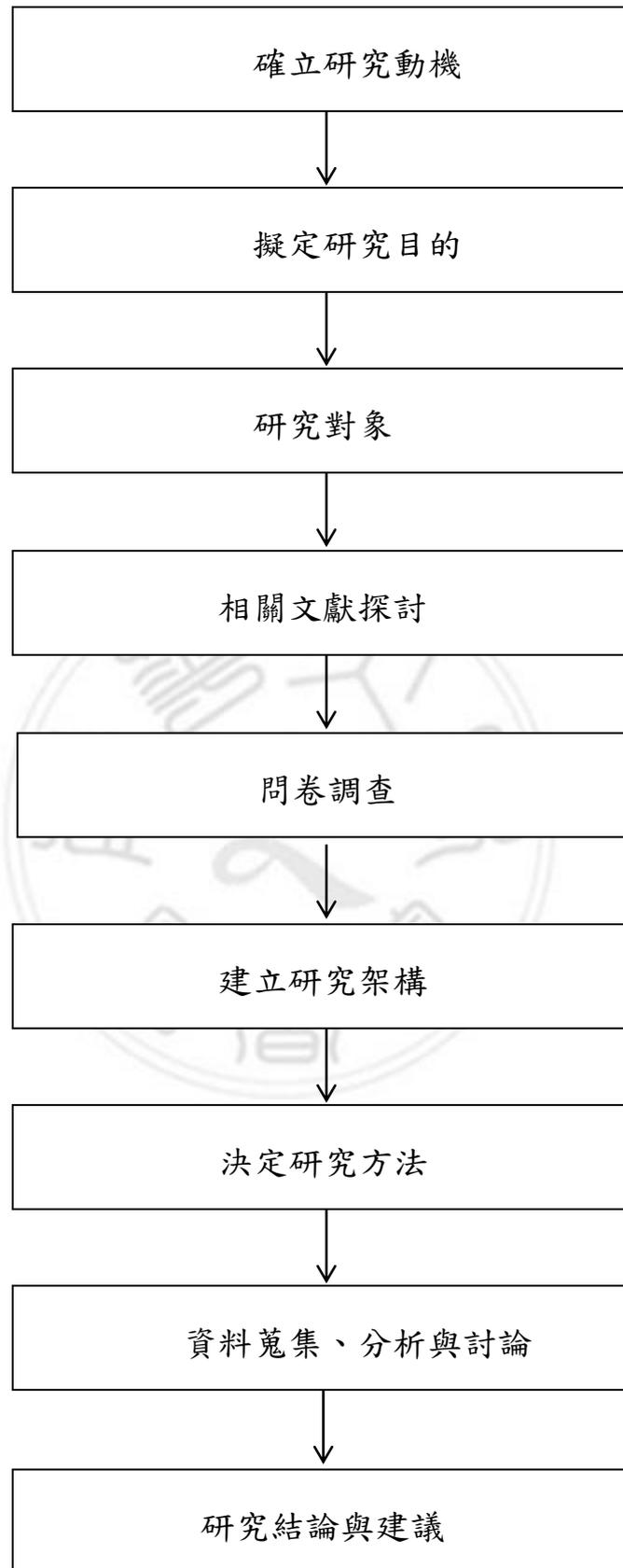


圖 1 研究流程圖

第二章 文獻探討

2.1 名詞釋義

一、POE 教學法策略(POE animation teaching)

POE 教學法重視提供實驗示範，因為實驗能提供真實的情境，需讓學生產生具體實際的經驗。但其難度設計必預考慮到學生原有的概念，實驗的內容預符合教學的內容，實驗觀察與結果必預由學生思考討論後給予意義，POE 是預測(Prediction)—觀察(Observation)—解釋(Explanation)的縮寫，是一種教學策略，其步驟如下：

(一)預測(Prediction)—學生先對事件的結果經過思考後進行預測。

(二)觀察(Observation)—接著由學生進行實驗，或讓學生仔細觀察結果，並判斷結果與預測之間的差異。

(三)解釋(Explanation)—最後由學生對觀察結果提出解釋。

另外，要求學生對事件的可能結果提出自己的預測，以引出學生原有的概念，其目的即與要求學生依據既有概念，對所觀察的現象提出主張相同。因為學習的本質是漸進的、同化的，積極去瞭解學童已有的理解與迷思概念，再透過各種能促使概念改變的一些強而有力的介入工具與教學策略，就能達到有意義的學習。

二、學習認知

研究中的學習認知是指學生在學習此單元時，對於教學內容的學習效果。張春興（1989）將成就分成三部分來說明：其一是指個人或

團體在行動之後，能夠成功的達到所欲追求的目標。其二是指在某種領域達到某種成功的水準或程度，而其三則是指 在學業成就測驗或職業成就上得到的分數。簡言之，成就是指個體在某方面所表現的實際能力，這種實際能力乃是先天遺傳與在後天環境中努力學習的結果（張春興，1996）。測量學生學習成就的科學工具，稱之為成就測驗（簡茂發，1987），這屬於心理測驗之一，通常用於學科教學之後，其目的在評量學生學習後所達到的成就水準。

在本研究中，以受試者在研究者自編的「水的三態」問卷之後測得分為指標，得分越高，代表該單元的學習認知越高。而本課程學習內容主軸，並依此歸納出課程教學目標如以下所列：

（一）學生能以觀察實作與邏輯推理等探究歷程：

- (1).經由觀察，察覺生活中水會變成水蒸氣的現象。
- (2).經由觀察與操作，察覺水遇熱會蒸發成水蒸氣。
- (3).透過觀察發現冰遇熱會融化成水。

（二）水的形態會隨著溫度改變，當水遇熱能夠變成水蒸氣，遇冷能夠變成冰...，從討論中能夠學習並且 應用「蒸發」、「凝結」、「凝固」、「融化」等專有名詞。

三、學習興趣

張韶珩（2009）認為興趣是一種選擇活動或事物的傾向，以及激發活動的力量，如果個體會開心且主動的去從事一個活動或者一件事物，並且全心全意的投入在其中，甚至從中獲得滿足感，這就表示個體對這個活動或事物有興趣。

本研究中的學習興趣是指學生在學習此單元時，學生能操作實驗，並將實驗說明清楚，與他人分享；學生能運用適當的圖表表達，

並呈現實驗成果，並與他人合作探究科學，並欣賞科學之美提升學習興趣。對於教學內容歷程的學習興趣。在本研究中，以受試者在研究者自編的「學習興趣量表」之後測得分為指標，得分越高，代表該單元的學習興趣越高。

三、科學探究能力

人類生活在自然界中，不期然會對四周的自然現象產生好奇心。例如我們會問：「樹木為什麼會枯萎？為甚麼鳥可以在天空上飛？」等。在日常生活中，我們往往遇到問題，需要找出問題的原因及解決辦法。事實上，科學家在遇到難題時，亦會運用不同的技能去進行研究解答疑問，這些技能稱為科學探究能力。學生能將所學到的實驗與科學概念，經自我轉化培養學生探究知識技能及情操，所以認為：兒童是主動的思考者(thinker)、創發者(creator)和建造者(constructor) (耿筱曾，2001)。

根據探究教學的相關理論基礎及特徵，本研究希望可延伸出學生在 POE 教學法下培養的科學探究能力包括：

- (一) 界定問題的能力：發現問題、提出問題、定義問題。
- (二) 規劃設計的能力：蒐集資料、設計實驗。
- (三) 實作驗證的能力：進行實驗、觀察、操作、紀錄。
- (四) 分析解釋的能力：分析資料、歸納及解釋實驗結果。
- (五) 溝通辯證的能力：溝通與批判。

2.2 教育問題

一、少子化

台灣生育率急遽下降（2019 年台灣生育率世界排名倒數第一，為 1.218）與正式邁入高齡社會的時刻，猶如一記警鐘。有人稱少子高齡化為「寧靜危機」，因人口結構的演變不似其他顯而易見的社會問題，國家發展委員會幾項人口重要指標年份如下：台灣自 1984 年開始，總生育率已降至 2.055 人（低於人口替代率 2.1 人），2010 年出生率更降至歷史最低點 0.9 人。15-64 歲的青壯人口在 2015 年達到高峰計 1,737 萬人後開始逐年下降。2018 年 65 歲以上老人占總人口數比例 14% 以上，我國正式邁入高齡社會。綜上，台灣也正往少子高齡化快速傾斜，顯然，這類故事在未來只會越演越烈。少子化勢必影響國家勞動力、兵源、生產力、稅收及學校招生不足等嚴肅問題，攸關國家生存發展與競爭力的國安問題。學生為教育之主體，學生人數牽涉政府制訂教育政策、資源配置及擘劃教育藍圖之重要參據。面對少子化的趨勢，生源銳減衝擊教育現場與各級學校的經營，教育主管機關似宜妥擬政策因應。（盧延根，2021）

再者，15-64 歲為人口統計定義上的勞動力，他們是支撐社會運作的主要族群，不管發展哪一級產業、老幼人口的扶養、社會的創新與競爭力皆取決於這群人。不只先進國家，全世界或快或慢都將面臨孩子越來越少、老人越來越多與人口總量減少的問題。一度由大批力爭上游的年輕人所支撐的國家，不消五十年便快速衰老。

國家有義務在問題發生之前防微杜漸。如何及早針對將在三十、五十年之間迅速惡化的人口問題，有效規劃國土發展策略、制定人口、產業與社會政策絕對是刻不容緩的事。受少子高齡化衝擊的不僅是幼年及青年，就連即將初老者與長者都無法置身事外。今日的兒童

勢必要將承擔起影響我們未來的重大決定：世代資源的掠奪戰可能隨時引爆，若在衝突發生之前洞燭先機，制定政策加以緩解，台灣將能因人口順利轉型，成功蛻變成為世界老化趨勢中的典範級國家。

二、科學探究能力(科學素養)

利用預測(Prediction)、觀察現象(Observation)與科學解釋(Explanation)，也就是所謂的 POE 科學探究模式，應用視覺思維理論來設計探究情節，提供學生預測、觀察和解釋的互動性學習，讓學生將他們的探索觀察與潛在的科學概念作相互連結，並解決其科學迷思，增加學生的具體經驗藉此來發展學生邏輯推理能力，達到提升科學探究能力（洪榮昭，2011）。

根據教育部在 108 年發佈了 12 年國民教育課程綱要總綱（教育部，2019），明確指出，自然與生活科技領域的教學應以學生為主體，進行探究及實作的教學方式，強調手腦並用、活動導向、設計與製作兼顧、知能與態度並重，以培養探索科學的興趣與熱忱，並應用於當前和未來的生活，使學生獲得處理事物、解決問題的能力，強調在進行課程設計或教學時，應包含以探究為主的教學策略(教育部，2019)。

2.3 POE 教學法的相關研究

POE 最初由 Pittsburgh 大學 Champagne 等人(1980)發展出來的一種教學模式，主要是用來了解學生的學習概念架構。施測過程可以了解學習者對於某一主題的學習概念，所以在概念教學中發展其概念，並加強其對於該概念的理解並進一步運用於實際的狀況中(黃台珠、熊召弟、王美芬、佘曉清、靳知勤、段曉林、熊同鑫，2002)。

國內、外已經有許多文獻指出 POE 教學法的確能有效改變學生的概念，以 POE 為關鍵字在期刊論文網搜尋，文獻資料就從超過四十筆，顯示此種教學法已被廣為研究。POE 教學法強調讓學生「預測」事件，學生寫下自己對預測的主張，即是在引出他們原有的概念；而寫下的文字可提供一個檢視自己想法的平台，在觀察實驗後，若實驗得到現象與原本所預期的不同，可能會產生概念上的衝突，進一步動搖原本概念。

在 POE 教學過程中，學生有可能實際觀察到的現象，然後進而運用所學的知識如何反映到真實的情境中 (White & Gunstone, 1992)另外亦有研究指出 POE 教學策略，對於教師的教學或學生的學習成效，是一個有效的記錄方式，不但可以幫助教師診斷學生的學習狀況，並幫助教師反思教學理論、促進教師的專業成長(Liew and Treagust, 1998；邱彥文、黃世傑、王國華，2002)。

同時 POE 也是一種評估學童概念理解的良好工具，能助於瞭解學童的概念與思考歷程 (Palmer, 1995)。十二年國民基本教育課程綱要總綱自然科學領域，強調學習科學與技術的探究方法及其基本知能，培養獨立思考、解決問題的能力，正是 POE 教

學策略的設計理念。

探究式教學是引導學生尋找問題和解決問題的教學過程，是一種以學習者為主體的教學。探究式教學讓學生主動參與並獲得知識，藉以培養研究自然科學所需要的探究能力，而形成認識自然科學的概念基礎，同時也培養探求未知自然的積極態度（王美芬，熊召弟，2006）。POE 之觀察品質對後續的解釋有密切之關係，學生需能從觀察中指認關鍵證據，才能達到衝突原有想法，和建立新的解釋之目的，對科學教育更多的重視(Varelas & Pineda, 1999)。一個好的科學解釋還必須要能將觀察得到的證據與相關科學概念連結，來支持主張，這與 POE 教學活動的最後一步，連結其他概念、提出新的解釋來調和原有概念與觀察到的證據，作為新理論的依據，兩者之間雷同。

運用 POE 教學策略可以有效用的引導學生用自己原有的知識進行解釋觀察到的現象，也能探測出在現實情境中學童原有概念及認知結構的情形 (White & Gunstone, 1992)。

因為學童採取主動學習時，會發生學習者面對探究問題過程產生一些問題或困境，教師可以處理這個過程，因此教師搭配鷹架式提問教學法，藉由老師每次的提問來引導學童探究過程，學生學習如何協商、解決問題和獨立探究、並思考深層原因，透過認知衝突的反應和找出問題的根源，可幫助學童整理出某些屬性，並轉變成科學概念或技能，這對學生來說是有意義的學習 (Fosnot, 1996)。

根據近年來的研究報告，POE 教學法的相關研究甚多，POE 教學策略不但能引導出學生的迷思概念，且經由教學設計製造概念衝突，還有助於學生主動或重新建構新概念，對教學有很大的

幫助，研究者將台灣近 10 年 POE 教學法相關的論文研究資料整理，如表 1：

表 1 POE 教學法相關的論文研究

論文題目	研究結果與發現
POE 教學策略結合美感經驗之成效研究--以國小三年級「動物」單元為例 (顏郁菁, 2013)	在進行 POE 教學策略後，學生的科學學習興趣提高，在學習投入上則有顯著進步，且多數原有另有概念的學生，能藉由 POE 教學策略修正其原有概念轉變至正確的科學概念。
以 POE 教學策略探究幼兒對於蔬果切面變色概念之研究(紀明君, 2015)	POE 教學策略有幫助幼兒自然科學探究能力。
以科學遊戲融入 POE 教學對學童學習成效影響之研究(陳淑玲, 2015)	以科學遊戲融入 POE 教學能顯著提升國小四年級學生的科學概念，且對提學童的科學概念有正面的成效。
以 POE 教學策略對國小六年級學童物質分離概念學習的成效評估(郭靜萍, 2015)	POE 策略教學活動有助於學童對「物質分離」的正確科學概念形成。
合作學習融入 POE 教學策略提升初一學生科學的學習成效之行動研究(陳坤祝, 2018)	教師實施合作學習融入 POE 教學策略，對學生學習成就、學習動機、及合作問題解決能力，隨三個單元的教學，產生不同成效。
POE 教學與教師學科教學知識的影響之行動研究(溫明豪, 2018)	根據研究發現，POE 教學是能夠提升教師學科教學知識。

根據文獻資料顯示，POE 教學策略是一種有效的教學方式，能廣泛應用於科學教育上，許多教師對 POE 教學策略抱持正向看法，有助於教師了解學生的先備知識，進而釐清迷思概念，建立正確的科學概念。

因此，本研究以 POE 教學策略設計「水的三態」教學活動，藉此讓學生可以實際參與，成為學習的主動者，進而引起學習的興趣，建立正確的科學概念。



第三章 研究方法

本章探討運用 POE 教學法對國小三年級學童在「水的三態」的學習成效異。研究中所涉及的理論基礎，從相關文獻中理論基礎與理念，作為研究設計、實行的參考架構。

3.1 兩種教學法之比較及 SWOT 分析

傳統的科學哲理是以邏輯實證論為基礎，認為知識是獨立於個體之外，所以能夠精確表示某個存在的實體；是客觀永恆的真理，也就是傳統的學習觀點認為學習者就如同一張白紙般進入學習情境之中，科學學習就成為事實記憶與累積的過程，因此教師的角色是一名傳教士，把知識傳播給學生。主要教學方式是教學者灌輸給學生，學生被動接受即可，這是一種被動複製知識的學習，沒有辦法提昇學生思考及解決問題的能力（楊其安、郭重吉，1990；江新合，1992）。

隨著認知心理學派影響，科學教育研究者開始檢討以往教育的利弊得失，對於知識建構論的看法，從絕對客觀主義轉為重視個體心靈和外在間互動情形，二十年來，科學教育的主流學說偏重於「建構主義知識論」，其學說起源自新科學哲學主義 Kubn、Popper 等對於知識論的觀點，也兼採 Piaget、Bruner、Ausubel、Vygotsky 等認知心理學的研究後再加以闡發（楊其安、郭重吉，1990；江新合，1992），「建構主義知識論」學說內容主要歸結成三大原理：

- 一、知識是認知個體主動的建構，而不是被動的接受或吸收。
- 二、認知功能在適應，是用來組織經驗的世界，不是用來發現本體的現實。

三、知識是個人與旁人經由磋商與和解的社會建構。

因應而生的 POE 探究教學法主張知識是由學習者主動建構的。因此老師對著班上學生上課時，班上學生同時聽課、觀察、動手實驗，但因每位學生的先備知識、期望不同，故學生所注意到的資訊與所學習到的也不同。

所以研究者將 POE 教學法與講述性教學法之知識建構方式比較整理成表格(表 2)。再分述講述教學法之 SWOT 分析(表 3)；POE 教學法之 SWOT 分析(表 4)。

表 2 POE 教學法與講述性教學法之知識建構方式比較

POE 教學法	講述性教學法
1. 經由預測、觀察、解釋。	1. 按課本所寫，課本即正確答案
2. 每個人皆需寫下預測的理由，做實際知識的運用。	2. 老師發問時學生以口頭回答，易淪為猜測；常是反應快、程度好的學生回答。
3. 將問題聚焦於一個明確具體事件上。	3. 教師提問時，題目中常會包含答案的暗示。
4. 當預測與實驗觀察現象發生衝突時，需探討原因提出解釋，將理論與實際應用做連結。	4. 當學生實驗結果與課本不一致時，認為自己的實驗失敗。

表 3 講述教學法之 SWOT 分析

講述教學法	
內部	<p>S 優勢</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 結合明確學習目標，緊密控制上課結構、明確傳遞上課內容和實施練習。 2. 提供學生充分練習時間。 3. 講述及結構化的呈現教材方式 4. 有效的解釋可協助學生獲得正確的概念和資訊。
	<p>W 劣勢</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 對於學習落後的學生會產生無聊感及無助感。 2. 學生注意力難維持。 3. 偏重知識的灌輸。 4. 適合低層次的教學目標，不適合用於創作、解決複雜的教學目標。 5. 學生是被動的吸收知識，很少有機會讓學生主動發現知識
外部	<p>O 機會</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 一種有系統的教學設計，對教導新資訊、基本技能和程序很有成效，可以應用到不同的情境。 2. 老師用一系列的監控方式，使教學更有呈現。 3. 老師有機會分享與學生生活有關的知識內容。
	<p>T 威脅</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 重視教師角色和權威。 2. 教學行動只提供資料和問問題，無法依據學生的期望和能力做調整。 3. 缺乏同儕的互動。

表 4 POE 教學法之 SWOT 分析

POE 教學法		
內部	<p>S 優勢</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 訓練學生獨立思考的能力。 2. 學生能主動建構知識。 3. 學生能了解自然科學研究的流程。 	<p>W 劣勢</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 學生端需具備較多的先備知識。 2. 探究課程花費時間長，但教師要引導課程安排不能讓課程顯得煩悶、冗長。 3. 搭配小組討論方式，集合大家意見後，才能進一步歸納出最後結論。
	<p>O 機會</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 學生可以將資料整理吸收，培養蒐集資料的能力。 2. 學生在驗證自己的想法，並理解到自己想法的錯誤或缺漏。 	<p>T 威脅</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 選擇的主題很重要，必須能引起學生興趣。 2. 教師備課時間長，亦要依據學生的期望和能力做調整。 3. 耗材多、課程費用較高。
外部		

3.2 研究方法與對象

一、研究設計

本研究旨在探討利用 POE 教學法後對於國小學童自然學習成效之影響。以研究者教學班級中，其中兩個班級學生實施「POE 探究學習活動」教學，參與 POE 教學的學生人數為 44 人，兩個班級學生實施「講述教學活動」，參與講述教學活動的學生人數為 44 人，每班都以異質分組，共分成 5 組，一組人數約 4~5 人。

利用「講述教學活動」、「POE 探究學習活動」後施予「水的三態學習問卷」，比較「講述教學活動」、「POE 探究學習活動」後對學童的學習成效影響，以 T 考驗統計軟體進行統計與分析資料，並比較學生的學習成效差異，藉此探討不同的教學策略對學習成就、學習興趣、探究能力之影響。

二、學生：

本研究對象是以嘉義市東區 T 國小之三年級 88 位學童，該國小班級數 62 班，為大型規模學校，因該校採取 S 型常態編班制度，各班學生素質相近，研究對象為研究者任教班級的四個班學生。

三、研究者：

研究者本身畢業於師範大學自然教育學系，任教至今約 10 年，主要任教科目為自然，與學生互動關係良好，任教期間亦不斷吸取新的知識與訊息，希望自己的教學能不斷地進步，對教學的理論有了更深的認識與瞭解，當然更希望能將理論帶到實際的教學現場，讓學生有更多的收穫。有感於少子化及教育永續議題持續發燒，在「以學生為主體」的教學理念下，期望以不同的教學法來改進學生的學習態度，亦可讓研究者的教學方式有所創新、更加進步。

3.3 POE 教學理論及實施原則與步驟

一、POE 基於建構理論基礎

建構主義認為，學生是心智活動的主宰，其可依據自己的經驗與想法，展開對事物的探索與學習，學習者並主動的去擷取知識，形成自己內在的心智架構，知識與內容也都經由自身的詮釋而達到理解。建構主義者強調知識是由學習者所建構而來，而 POE 策略活動在進行時，就是由學生本身針對事件進行預測，在活動過程中，藉由觀察與討論，在學生自身思考發生衝突之時，讓學生調整自身之概念衝突，進而達到概念的改變；所以 POE 教學活動主要在激發學習者面對個人本身既有知識內涵與科學活動結果出現不一樣時，產生調適與組織，而形成新的知識內涵，達到迷思概念改變的目的。運用 POE 教學策略可以有效的鼓勵學童用自己原有的知識進行推理與解釋，也能探測出在真實情境中學童原有概念及認知結構的情形 (White & Gunstone, 1992)。因此學生在 POE 策略活動中，可從思考的衝突中修正或建構相關之概念，故可見 POE 策略與建構理論有其相關存在。

二、POE 教學的實施原則與步驟

POE 教學最重要的關鍵就是確認所有學童都明白所要預測的情境，這時教師要有時間給學生們提問，好讓他們在「預測活動」進行前能充分了解狀況。再讓學童進行事件的預測，並提出支持他們做出這種預測的理由，在許多活動的經驗中，學童經常會用自己的日常生活經驗或與科學不一樣的想法去解釋現象，這說明了 POE 教學比一般的策略更能深測學童用來解釋現象的信念 (White & Gunstone,

1992)。如果學童去預測他們很少經驗的主題，學童可能會任意猜測，誤以為學習的目標就是要回答出老師心目中持有的答案。因此在進行時必須考慮下面的原則(White & Gunstone, 1992)：

1. 要提供真實情境與問題給學生，讓學生可做預測活動，而且這預測活動可以是進行推理的情境或科學實驗，如果純粹只猜測，是沒有價值的。
2. 學生的觀察活動是直接而且可行的，也就是所觀察的實驗結果是清晰可見的。
3. 利用紙筆或口頭...等回答形式，讓學生自己自由表達想法，或選擇用勾選的方式，提供幾種可能的情況讓學生來做預測。

White & Gunstone (1992)指出運用 POE 教學策略的目的，是藉由真實情境來探測學童的認知結構及應用知識的能力，POE 教學模式為陳述假說、給予理由說明假說為真、蒐集適切資料及討論結果，並以三個步驟來評量學童科學概念理解的工具：

1. 預測(Prediction)：學童運用其原有的知識必須對某些現象、某一個事件去預測結果，其預測必須要有其支持的理由，並可提出他們預測的理由。
2. 觀察(Observation)：學童必須觀察實驗完成後的結果，具體描述他們所看到的現象。
3. 解釋(Explanation)：學童要去解釋他的預測和真實結果之間的矛盾，學童必須調和介於預測與觀察之間的任何衝突。

通常學生會遇到困難，教學者要鼓勵學童去考慮所有可能發生的因素；此時的鼓勵是重要的，因為學童在這個步驟中會展現出他們對於事件的理解。由下面三點理由可以支持並說明為何要這樣做(White

& Gunstone, 1992) :

- 1.讓每個學童都表明自己採取何種適當的知識立場。
- 2.使每個學童都不會錯失對事件的觀察。
- 3.預測活動與預測的理由除了提供觀察的焦點外，預測時所作的決定，也提供了強烈的動機。

在 POE 教學策略中，老師與學生各有其需進行的活動，他們需進行的活動如表 5。

表 5 老師與學生在 POE 教學策略中的活動

	老師的活動	學生的活動
預測 (Prediction)	1. 老師請學生預測事件的結果。 2. 對學生的預測進行確認。	1. 預測事件的結果。 2. 對自己的預測提出說明。
觀察 (Observation)	3. 安排事件的發生。 4. 請學生觀察，並讓學生描述他們所看見的。	3. 觀察事件的發生，並加以描述。 4. 確認自己的觀察是否符合。
解釋 (Explanation)	5. 確認學生的觀察和預測是否符合 6. 學生的觀察和預測若不符合，請學生進行解釋。	5. 自己的觀察和預測若不符合，需要再進一步解釋。

(引自李家銘, 2001)

3.4 教學教材

一、講述性教學

本研究所指之一般自然科教學是指現任之學校自然科教師，依教育部規定實施的自然與生活科技領域的授課節數、課程大綱、通過審定之版本，以課本、習作、教學指引進行教學活動，教學方式以講述、問答、閱讀課文、食譜式實驗及習作練習為主所進行教學活動。包括國小自然與生活科技各版本教科書、國小自然與生活科技教師手冊。

二、POE 教學

本研究採用的 POE 教學策略是：教學活動過程中運用 Champagne、Klopfer 與 Anderson 三人(1980)所提的預測(Prediction)、觀察(Observation)、解釋(Explanation)等三個步驟的教學策略。首先，由教學者設計示範性實驗，要求學生對實驗的結果進行預測並說明理由；接著，由學習者進行實驗，請學生仔細觀察並比較預測與觀察之間的異同；最後，請學生就預測與觀察實驗結果之間的衝突，並對觀察到的實驗結果提出解釋，詳如附件-教案。研究者參考國小自然與生活科技各版本教科書、國小自然與生活科技教師手冊、百科全書、相關科學書籍、月刊、網站資源等...，這些資料作為教學前的準備資料。

階段	P 觀察(發現問題)	O 實驗	E 分析解釋
第一階段	<p>【情境】</p> <p>桌面上的濕抹布過一段時間後，為什麼會變乾呢？</p> <p>【假設】</p> <p>加熱、攤開抹布或吹風可以讓濕抹布快點乾。</p>	<p>將濕抹布放在有太陽的地方。</p> <p>將濕抹布攤開大面積晾乾。</p> <p>對濕抹布吹風。</p>	<p>1. 加熱可以讓液態水變成氣態水蒸氣，這個過程稱為蒸發，讓濕抹布快點乾。</p> <p>2. 加熱、攤開抹布或吹風可以幫助濕抹布蒸發水分，讓濕抹布快點變乾。</p>
第二階段	<p>【情境】</p> <p>加入冰塊的飲料，經過一段時間後有什麼變化？</p> <p>【假設】</p> <p>加熱可以讓冰塊快點融化變成水。</p>	<p>將冰塊放在熱水中。</p> <p>對冰塊吹風</p>	<p>1. 加熱可以讓固態冰塊變成液態水，這個過程稱為融化。</p> <p>2. 加熱或吹風可以讓飲料中的冰塊快點融化。</p>
結論	<p>1. 加熱可以讓水有三態變化：固態冰、液態水、氣態水蒸氣</p> <p>2. 在生活上應用加熱、攤開抹布或吹風可以使濕抹布快點變乾、飲料中的冰塊快點融化。</p>		

圖 2 POE 課程流程圖

階段	P 觀察(發現問題)	O 實驗(動手畫)	E 分析解釋
第一階段	<p>【情境】 提問：請說水存在哪一些地方？</p> <p>【假設】 水存在於不同水域環境。</p>	<p>在水循環圖上，學生利用紅色塗滿人類可以使用的水，利用黑色塗滿人類無法使用的水。</p>	<p>1. 水循環圖上水黑色佔的面積很多，但紅色面積很少，代表人類可以使用的水很少。</p> <p>2. 表示地球上的水很多，但人類可使用的水資源很少。</p>
第二階段	<p>【情境】 提問：沒有掉落在水庫的雨水如何再利用？</p> <p>【假設】 雨水可再利用，製作雨水收集器(水撲滿)。</p>	<p>STEAM 的動手做 (跨領域-數學)</p> <p>製作最有效率的水撲滿或能使用最久的水撲滿。</p>	<p>1. 分享雨撲滿的設計理念與製作方法。</p> <p>2. 各組雨撲滿收集雨水的成效分析。</p>
結論			<p>1. 地球上的水很多，但人類可使用的水資源很少，所以要珍惜水資源。</p> <p>2. 收集雨水，製作雨水收集器(水撲滿)用來使雨水再利用，達到節水目的。</p>

圖 3 「涓滴之流，創意雨撲滿」POE 流程圖

第四章 結果與討論

4.1 問卷設計、施測及計分

研究者設計「水的三態學習問卷」，以瞭解學生對主題式教學的看法與對研究者的建議，內容大多是開放性的問卷，讓學生匿名填寫，並真誠的告訴學生，本問卷乃研究用，希望學生能寫出他們真正的想法。

一、「水的三態學習問卷」問卷問題，分量成學生的探究能力、學習興趣、學習認知：

(一)、學生的探究能力

1. 我能根據觀察自然界或生活的現象，思考發生的可能原因，提出可以進行實驗或調查的題目。
2. 我能設計科學研究流程-找題目、設計及操作實驗步驟。
3. 我能設計科學研究的流程-分析結果及提出結論等。
4. 我能將實驗或調查的結果資料整理出規則。
5. 我能根據實驗數據提出我的看法。
6. 我能向同學說出我的研究發現。

(二)、學習興趣

7. 我知道如何進行科學研究。
8. 我喜歡上自然課。
9. 我在自然課的參與度很高。
10. 我在自然課的學習能力有提升。

11. 我在自然課的學習興趣很高。

(三)學習認知

12. 我會觀察生活中水的蒸發現象。

13. 我會觀察生活中冰的融化現象。

14. 我了解水遇熱會蒸發變成水蒸氣。

15. 我了解冰遇熱會融化變成水

16. 我知道溫度的高低會影響冰塊融化的速度。

17. 我知道溫度的高低會影響水的三態變化。

18. 我了解台灣缺水現況。

19. 我能珍惜水資源並知道節約水資源策略。

二、量表實施與計分方式

研究者於自然課給每位學生一份「水的三態學習問卷」全班一起施測，計分方式採李克特式 (Likert)五點量表計分，分為非常同意、稍微同意、同意、稍微不同意、非常不同意五個選項，分數分配為 1 到 5 分，其中，非常同意為「5 分」、稍微同意為「4 分」、同意為「3 分」、稍微不同意為「2 分」、非常不同意為「1 分」，應答者的分數即為應答者填答答案之數值的總和，所以施測後每位學生會有個人的量表得分。分量為學生的「探究能力」、「學習興趣」、「學習認知」；總量為前三者的分數總合。當分量之分數代表學童在分量中的傾向，某分量之得分越高，表示該分量的學習狀況較佳。

4.2 問卷描述統計

目前參與 POE 教學的學生人數為 44 學童，參與講述教學的學生人數為 44 學童。以上兩種教學活動結束後，請學童填答「水的三態學習問卷」，分量之分數代表學童在分量中的傾向(表 6、表 7)，某分量之得分越高。

表 6 POE 教學法學生在「水的三態學習問卷」各分量原始分數

NO.	POE 教學法		
	探究能力原始分數	學習興趣原始分數	學習認知原始分數
1	32	15	39
2	32	19	40
3	30	20	39
4	33	20	40
5	35	18	39
6	33	15	32
7	35	20	40
8	33	12	39
9	33	18	38
10	32	18	38
11	31	18	38
12	33	20	37
13	32	20	37
14	26	13	32
15	25	16	35
16	25	15	33
17	26	14	36
18	32	16	36
19	31	19	38
20	32	17	38
21	23	18	34
22	26	19	33
23	28	19	35

24	29	20	40
25	33	19	38
26	33	20	38
27	31	17	38
28	35	20	40
29	28	16	32
30	34	20	39
31	34	20	38
32	35	20	40
33	29	19	34
34	34	19	38
35	38	19	38
36	32	20	38
37	26	19	33
38	27	15	36
39	28	16	32
40	30	20	37
41	32	17	34
42	31	18	33
43	28	16	39
44	33	17	38

表 7 講述性教學法學生在「水的三態學習問卷」各分量原始分數

NO.	講述性教學法		
	探究能力原始分數	學習興趣原始分數	學習認知原始分數
1	23	17	36
2	26	10	29
3	23	15	38
4	25	16	40
5	17	11	32
6	30	14	37
7	26	17	35
8	14	10	17
9	31	17	36
10	29	14	29
11	28	17	27
12	30	10	31
13	23	10	35
14	26	18	40

15	30	17	40
16	29	18	40
17	23	16	32
18	26	13	22
19	23	15	40
20	30	12	31
21	26	15	28
22	28	15	39
23	25	17	31
24	22	12	31
25	21	18	30
26	26	14	29
27	18	20	29
28	20	18	24
29	25	18	33
30	30	16	22
31	25	17	33
32	31	19	35
33	21	16	34
34	28	11	38
35	28	17	36
36	24	16	28
37	32	17	40
38	23	18	32
39	34	18	40
40	30	17	40
41	21	14	34
42	30	19	40
43	29	17	35
44	28	15	37

在此研究中各分量比重都相等，所以將分量先除以分量總分後乘以三分之一，再乘以 100，換算成每分量的最高分數為 33.3 分，總和分數為 100 分，也就是整體學習成效 100 分(表 8、表 9)。

表 8 POE 教學法學生在「水的三態學習問卷」各分量比重轉換分數

NO.	POE 教學法			
	探究能力	學習興趣	學習認知	整體學習成效
1	30.5	25.0	32.5	88.0
2	30.5	31.7	33.3	95.5
3	28.6	33.3	32.5	94.4
4	31.4	33.3	33.3	98.1
5	33.3	30.0	32.5	95.8
6	31.4	25.0	26.7	83.1
7	33.3	33.3	33.3	100.0
8	31.4	20.0	32.5	83.9
9	31.4	30.0	31.7	93.1
10	30.5	30.0	31.7	92.1
11	29.5	30.0	31.7	91.2
12	31.4	33.3	30.8	95.6
13	30.5	33.3	30.8	94.6
14	24.8	21.7	26.7	73.1
15	23.8	26.7	29.2	79.6
16	23.8	25.0	27.5	76.3
17	24.8	23.3	30.0	78.1
18	30.5	26.7	30.0	87.1
19	29.5	31.7	31.7	92.9
20	30.5	28.3	31.7	90.5
21	21.9	30.0	28.3	80.2
22	24.8	31.7	27.5	83.9
23	26.7	31.7	29.2	87.5
24	27.6	33.3	33.3	94.3
25	31.4	31.7	31.7	94.8
26	31.4	33.3	31.7	96.4
27	29.5	28.3	31.7	89.5
28	33.3	33.3	33.3	100.0
29	26.7	26.7	26.7	80.0
30	32.4	33.3	32.5	98.2
31	32.4	33.3	31.7	97.4
32	33.3	33.3	33.3	100.0
33	27.6	31.7	28.3	87.6
34	32.4	31.7	31.7	95.7
35	36.2	31.7	31.7	99.5
36	30.5	33.3	31.7	95.5
37	24.8	31.7	27.5	83.9

38	25.7	25.0	30.0	80.7
39	26.7	26.7	26.7	80.0
40	28.6	33.3	30.8	92.7
41	30.5	28.3	28.3	87.1
42	29.5	30.0	27.5	87.0
43	26.7	26.7	32.5	85.8
44	31.4	28.3	31.7	91.4

表 9 講述性教學法學生在「水的三態學習問卷」各分量比重轉換分數

NO.	講述性教學法			
	探究能力	學習興趣	學習認知	整體學習成效
1	21.9	28.3	30.0	80.2
2	24.8	16.7	24.2	65.6
3	21.9	25.0	31.7	78.6
4	23.8	26.7	33.3	83.8
5	16.2	18.3	26.7	61.2
6	28.6	23.3	30.8	82.7
7	24.8	28.3	29.2	82.3
8	13.3	16.7	14.2	44.2
9	29.5	28.3	30.0	87.9
10	27.6	23.3	24.2	75.1
11	26.7	28.3	22.5	77.5
12	28.6	16.7	25.8	71.1
13	21.9	16.7	29.2	67.7
14	24.8	30.0	33.3	88.1
15	28.6	28.3	33.3	90.2
16	27.6	30.0	33.3	91.0
17	21.9	26.7	26.7	75.2
18	24.8	21.7	18.3	64.8
19	21.9	25.0	33.3	80.2
20	28.6	20.0	25.8	74.4
21	24.8	25.0	23.3	73.1
22	26.7	25.0	32.5	84.2
23	23.8	28.3	25.8	78.0
24	21.0	20.0	25.8	66.8
25	20.0	30.0	25.0	75.0
26	24.8	23.3	24.2	72.3

27	17.1	33.3	24.2	74.6
28	19.0	30.0	20.0	69.0
29	23.8	30.0	27.5	81.3
30	28.6	26.7	18.3	73.6
31	23.8	28.3	27.5	79.6
32	29.5	31.7	29.2	90.4
33	20.0	26.7	28.3	75.0
34	26.7	18.3	31.7	76.7
35	26.7	28.3	30.0	85.0
36	22.9	26.7	23.3	72.9
37	30.5	28.3	33.3	92.1
38	21.9	30.0	26.7	78.6
39	32.4	30.0	33.3	95.7
40	28.6	28.3	33.3	90.2
41	20.0	23.3	28.3	71.7
42	28.6	31.7	33.3	93.6
43	27.6	28.3	29.2	85.1
44	26.7	25.0	30.8	82.5

以統計方法算出量表各分量和總量得分之平均數與第 1、2、3 中位數，以呈現國小三年級學生於自然科學學習成效之得分情況（表 10）。

表 10 兩組學生在「水的三態學習問卷」各分量和總量得分之平均數與第 1、2、3 中位數

「水的三態學習問卷」各分量和總量得分之平均數與第 1、2、3 中位數								
	POE 教學法				講述教學法			
	平均數	第 1 中位數	第 2 中位數	第 3 中位數	平均數	第 1 中位數	第 2 中位數	第 3 中位數
探究能力	29.4	31.4	30.5	26.7	24.6	28.3	24.8	21.9
學習興趣	29.8	33.3	30.8	26.7	25.8	28.3	26.7	23.3
學習認知	30.7	32.5	31.7	28.574	27.7	31.7	28.4	24.8
整體學習成效	89.8	95.6	91.3	83.9	78.2	84.8	78.3	72.9

綜上資料，為方便解讀量表結果之得分，將兩組學生在教學後，各組學生問卷得分以盒鬚圖繪出，如圖 4 至圖 5 所示：

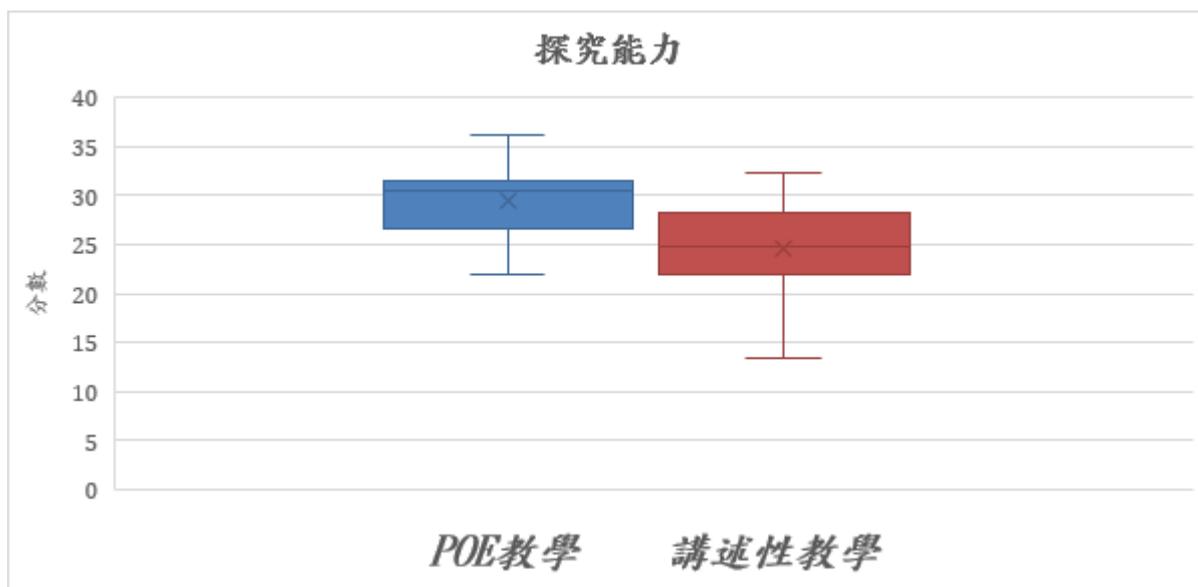


圖 4 POE 教學法和講述教學法對探究能力之盒鬚圖

我們可以從圖 4 發現講述性教學法的學生探究能力平均值低於 POE 教學法的學生探究能力平均值。根據以上資料及文獻探討，推論老師使用 POE 教學法營造活動學習的環境是學習者之間的互動和學習材料、資訊和周遭環境，它結合了認知科學與互動研究的優勢，讓學生更加瞭解學習是如何發生，以及學習如何設計實驗活動，而講述性教學法是講述性學習內容及驗證式的實驗活動。所以 POE 教學法的學習過程中不僅是知識內容的差異，無形中學生在學習過程中是真實性的工作及對自然生活環境提出問題、評估假設和論證，在 POE 教學過程中學生確實提升探究能力。

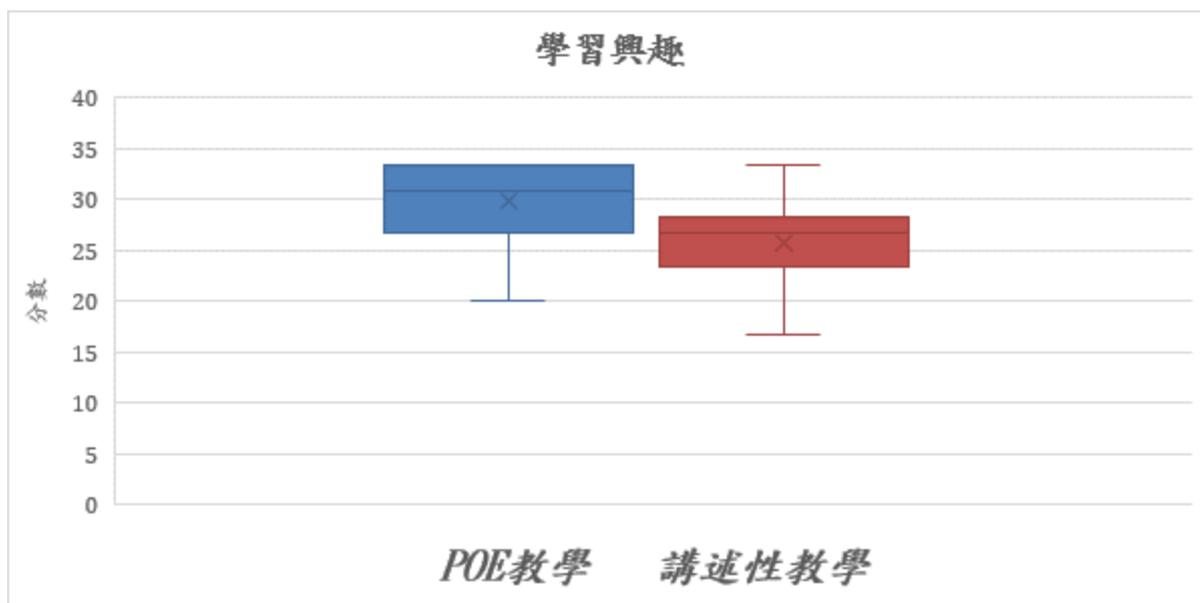


圖 5 POE 教學法和講述教學法對學習興趣之盒鬚圖

我們可以從圖 5 發現講述性教學法的學生學習興趣平均值低 POE 教學法的學生學習興趣平均值；另外，講述性教學法的學生學習興趣分數差距較大，並有極端值。根據以上資料及文獻探討，推究原因是講述性教學法，以老師為主角，學習者常常處於被動，導致學習興趣低落，而 POE 教學法提供另一角度來思考學習這議題，讓學生們延伸出一個有意義的知識，老師提供問題學習專案活動，助於鼓勵學生參與實踐過程，包括概念的探究、解決問題的技巧、知識真實意義、同儕互動合作，和探究型的教室中學習，學習是多元的，因此學生學習興趣是高昂的。

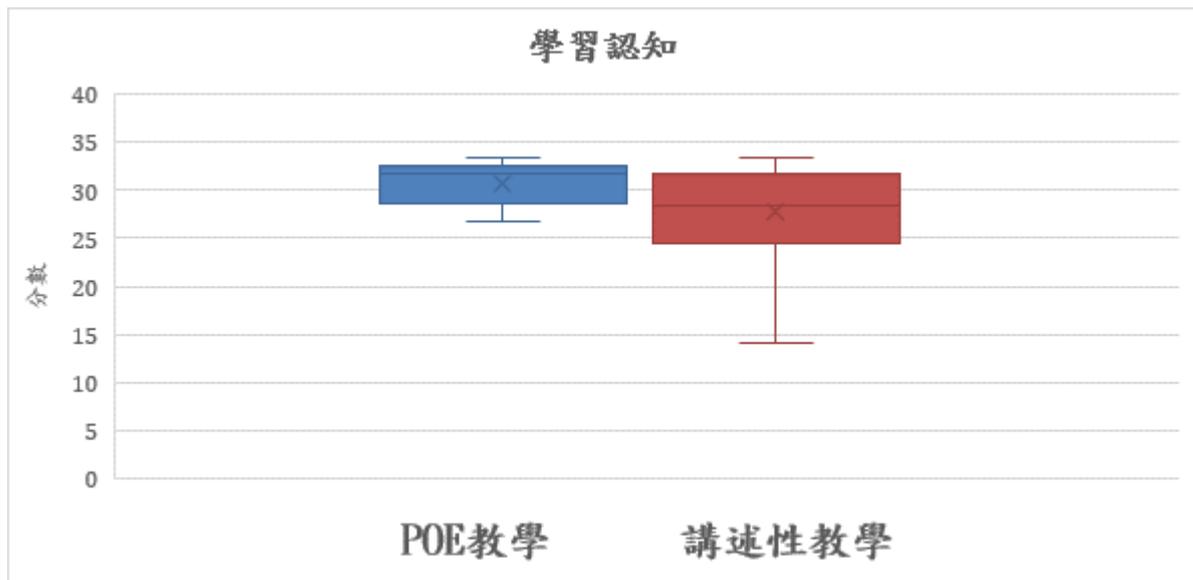


圖 6 POE 教學法和講述教學法對學習認知之盒鬚圖

我們可以從圖 6 發現講述性教學法的學生學習認知平均值稍微低於 POE 教學法的學生探究能力平均值，但講述性教學法的學生學習認知分數落差很大，根據以上資料及文獻探討，推論學習認知和學生的上課專注力有極高的相關性，講述性教學法中，當學生具備的自我約束能力，其學習專注力就會較佳，學習認知相對較好，但學習專注力就會較弱的學生，老師得隨時環顧教室的每個角落，用力找回每位孩子的專注力。另外，POE 教學法營造活動學習的環境是學習者之間的互動和學習材料、資訊和周遭環境，所以學生在互動中可幫助專注力較弱學生發展學習認知。

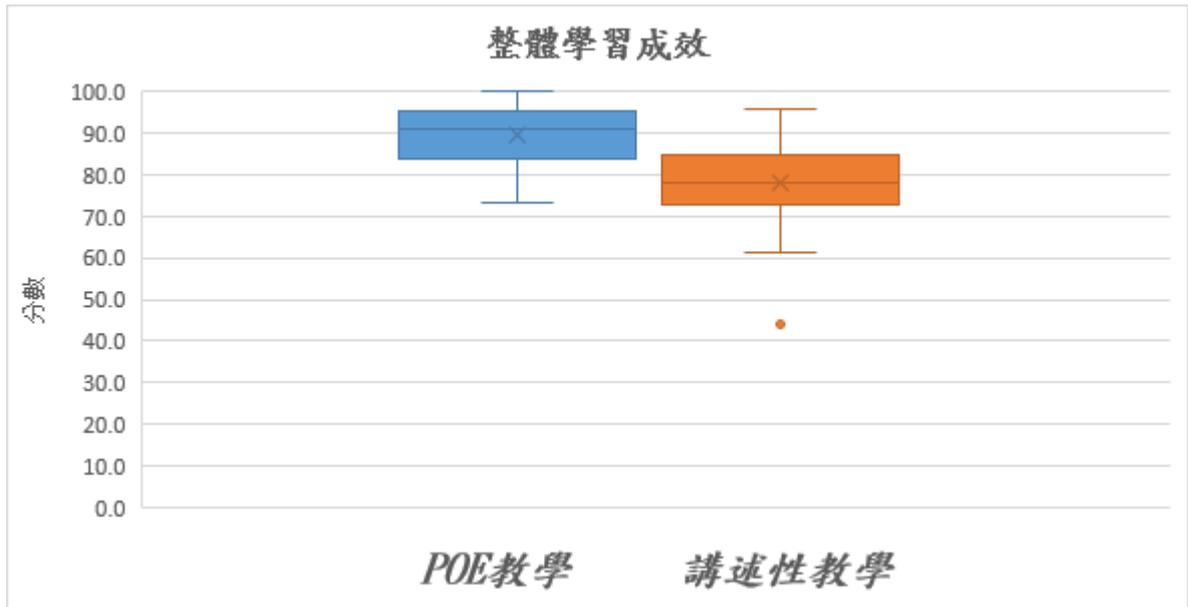


圖 7 POE 教學法和講述教學法對整體學習成效之盒鬚圖

我們可以從圖 7 發現 POE 教學法學生的整體學習成效高於講述性教學法學生的學習成效，根據以上資料及文獻探討，推論 POE 融合了情境學習、合作互動學習，也強調學習者實踐參與，學生能透過參與活動引導學生不斷反省，幫助學生知道自己完成的工作是否有效；並和同儕間比較學習，避免重蹈覆轍或汲取訣竅。當學生能真實情境中獲得學習的態度、技能、知識，才能讓學生將所習得之知識立即運用在生活中。學者 Dewey 認為，教育應培養學生將來在民主社會中生活應有的能力，必須培養學習環境中的民主氣氛，使學生能解決問題、適應團體中共同工作，成為有社會責任感的公民。

4.3 不同教學法之學習成效探討

由表 11、表 12，可知 POE 教學與講述性教學的研究對象中，本次分析 POE 教學的平均成績為 29.4 分，標準差為 3.16，講述性教學的平均成績為 24.6，標準差為 4.1 分。本次分析中 t 檢定後的結果，t 值=6.15，顯著性 p 值為 $0.00 < 0.05$ ，表示兩組平均數有顯著差異，所以在這一次的測驗中，POE 教學對學童探究能力有顯著差異。

講述性教學法，一開始就以學生紙本式內容、學生經驗所觸及不到的事物或概念來教學，迷思概念非常固著且不易消失，因此，杜威認為教學應該把學科知識和學生的經驗連結在一起，強調以學生為主體，而 POE 探究教學法和實作的方式進行科學學習，強調手腦並用、活動導向、智能與態度並重，激發學生主動探索和研究精神，並培養學生獨立思考、處理事物與解決問題的能力，逐步增強學生的探究問題能力，所以推測施以 POE 教學法學生在探究能力上有長足的進步。

另外，POE 教學過程中教師的角色是非常重要的，教師要從知識的「傳遞者」轉變成「建構者」，因此，老師必須不斷鼓勵學生提出自己的想法，一但發現學生存有迷思問題，就必須適時營造問題情境並準備相關實驗器材，幫助學生從實做實驗中發展新的概念取代舊有的迷思概念，增進學生的探究能力。

表 11 兩種教學法對「探究能力」之獨立樣本 T 檢定總表

組別統計量				
不同教學法	個數	平均數 的標準		
		平均數	標準差	誤
POE 教學法	44	29.39	3.16	.48
講述性教學法	44	24.62	4.08	.62

獨立樣本檢定									
變異數相等 的 Levene 檢定	平均數相等的 t 檢定								
	F 檢 定	顯著性	t	自由度	顯著性 (雙尾)	平均差異	標準誤差異	差異的 95% 信賴區間	
								下界	上界
假設變異數相等	2.26	.14	6.13	86	.000	4.78	.78	3.23	6.32
不假設變異數相等			6.13	80.95	.000	4.78	.78	3.23	6.32

表 12 兩種教學法對「探究能力」之獨立樣本 T 檢定

項目	POE 教學(N=44)		講述性教學(N=44)		t 值	p 值(雙尾)
	平均數	標準差	平均數	標準差		
探究能力	29.4	3.16	24.6	4.1	6.13	0.00

由表 13、表 14，可知 POE 教學與講述性教學的研究對象中，本次分析 POE 教學的平均成績為 29.77，標準差為 3.56，講述性教學的平均成績為 25.79，標準差為 4.52。本次分析中 t 檢定後的結果，t 值=4.58，顯著性 p 值為 $0.00 < 0.05$ ，表示兩組平均數有顯著差異，所以在這一次的測驗中，POE 教學對學童學習興趣有顯著差異。

本次研究觀察認為，學習興趣與操作 POE 科學探究時有高度的關聯性，POE 的第一階段「預測」可以激發學生的好奇心，而科學好奇心可以提升學生的學習動機，有助於提升學生的學習興趣與效果。「科學教育的重要目標就是令學子保有赤子之心，也就是培養學生的好奇心。」在教學活動中，學生大多能積極地參與科學實驗，專注地觀察科學現象，並能從中發現問題，試圖尋求答案。從學生這些課堂上的表現看來，與後測成績的結果不謀而合，即學生在「相信細心的觀察和多一層的詢問，常會有許多的新發現」，也是如此所以學生在學習興趣上有明顯地提升。

表 13 兩種教學法對「學習興趣」之獨立樣本 T 檢定總表

組別統計量				
不同教學法	個數	平均數	平均數的	
			標準差	標準誤
POE 教學法	44	29.77	3.56	.54
講述性教學法	44	25.79	4.52	.68

獨立樣本檢定										
	變異數相等的				平均數相等的 t 檢定				差異的 95% 信賴區間	
	Levene 檢定		F 檢		t	自由度	顯著性 (雙尾)	平均差異		
	定	顯著性	定	顯著性					下界	上界
假設變異數相等	2.32	.13	4.58		86	.000	3.98	.87	2.26	5.70
不假設變異數相等			4.59		81.53	.000	3.98	.87	2.25	5.71

表 14 兩種教學法對「學習興趣」之獨立樣本 T 檢定

項目	POE 教學(N=44)		講述性教學 (N=44)		t 值	p 值(雙尾)
	平均數	標準差	平均數	標準差		
學習興趣	29.77	3.56	25.79	4.52	4.58	0.00

由表 15、表 16，可知 POE 教學與講述性教學的研究對象中，本次分析 POE 教學的平均成績為 30.67，標準差為 2.16，講述性教學的平均成績為 27.74，標準差為 4.68。本次分析中 t 檢定後的結果，t 值=3.77，顯著性 p 值為 $0.00 < 0.05$ ，表示兩組平均數有顯著差異，所以在這一次的測驗中，POE 教學對學童學習認知有顯著差異。

查閱文獻了解，傳統的講述教學法採灌輸式的教育，雖能使學生快速地獲得現成的知識，但因並沒有實際運用於日常生活中，當遇到問題時，較無法派上用場；而經由探究教學而學得的知識是科學概念，不是文字知識，學生能建構自己的概念體系，進而培養積極的探究意願，因而可以快速地發展能力、擴充知識(王美芬、熊召弟,2005)。

透過 POE 科學探究的教學中，可知在遭遇問題時，應該引導學生進行「預測答案、觀察現象、做出解釋」的探究歷程。是一種有系統、有組織的教學策略，乃利用循序漸進的問題技巧，設計周密的教學歷程，以培養兒童明確的認知概念、客觀的處事態度、獨立的思考能力，以及正確的價值觀念，如此歷程下，學生亦有很好的學習認知發展。

表 15 兩種教學法對「學習認知」之獨立樣本 T 檢定總表

組別統計量									
不同教學法	個數	平均數的							
		平均數	標準差	標準誤					
POE 教學法	44	30.67	2.16	.33					
講述性教學法	44	27.74	4.68	.70					

獨立樣本檢定									
	變異數相等的				平均數相等的 t 檢定				
	Levene 檢定		t	自由度	顯著性 (雙尾)	平均差異	標準誤差異	差異的 95% 信賴區間	
F 檢定	顯著性	下界						上界	
假設變異數相等	18.52	.000	3.77	86	.000	2.93	.78	1.38	4.47
不假設變異數相等			3.77	60.60	.000	2.93	.78	1.37	4.48

表 16 兩種教學法對「學習認知」之獨立樣本 T 檢定

項目	POE 教學(N=44)		講述性教學(N=44)		t 值	p 值(雙尾)
	平均數	標準差	平均數	標準差		
學習認知	30.67	2.16	27.74	4.68	3.77	0.00

由表 17、表 18，可知 POE 教學與講述性教學的研究對象中，本次分析 POE 教學的平均成績為 89.82，標準差為 7.18，講述性教學的平均成績為 78.16，標準差為 9.82。本次分析中 t 檢定後的結果，t 值=6.36，顯著性 p 值為 $0.00 < 0.05$ ，表示兩組平均數有顯著差異，所以在這一次的測驗中，POE 教學對學童整體學習成效有顯著差異。

傳統的教導式學習法，以老師為主角，學習者常常處於被動，導致學習興趣低落，POE 學習法提供另一角度來思考學習這議題，讓學生們朝著更合作、主動、和探究型的教室中學習。學者 Dewey 認為，教育應培養學生將來在民主社會中生活應有的能力，必須培養學習環境中的民主氣氛，使學生能解決問題、適應團體中共同工作，成為有社會責任感的公民。

在接受 POE 教學後，學生的整體學習成效是很好的，而講述性教學是以邏輯實證論為基礎，經由教師灌輸給學生，學生被動接受即可，這種被動複製知識的學習，未能提昇學生思考及解決問題的能力。美國教育學者布魯納(J.S. Bruner)是近代提倡探究教學最力的一位，認為求知是一個過程而非成果，學生並非只是知識的接受者，更應該是主動的探究者，這些歷程對兒童學習興趣、思考發表及判斷等能力的培養，具相當良好的效果。

表 17 兩種教學法對「整體學習成效」之獨立樣本 T 檢定總表

組別統計量									
不同教學法	個數	平均數	平均數的標準誤						
			標準差	誤					
POE 教學法	44	89.82	7.18	1.08					
講述性教學法	44	78.16	9.82	1.48					

獨立樣本檢定									
變異數相等的 Levene 檢定					平均數相等的 t 檢定				
F 檢定	顯著性	t	自由度	顯著性 (雙尾)	平均差異	標準誤差異	差異的 95% 信賴區間		
							下界	上界	
假設變異數相等	1.527	.220	6.36	86	.000	11.67	1.83	8.02	15.31
不假設變異數相等			6.36	78.75	.000	11.67	1.83	8.02	15.32

表 18 兩種教學法對「整體學習成效」之獨立樣本 T 檢定

項目	POE 教學(N=44)		講述性教學(N=44)		t 值	p 值(雙尾)
	平均數	標準差	平均數	標準差		
學習成效	89.82	7.18	78.16	9.82	6.36	0.00

4.4 課堂質性研究

在本研究中，研究者本人扮演著「老師」及「研究者」的角色。以「研究者」的身份學習到 POE 探究教學法，分析相關的資料；以「教師」的身份帶領學生進行 POE 探究教學法，並觀察學生在主題式探究學習的反應及學習狀況，提供「教師」的身份進行反省與調整其教學，在此研究的過程中，「研究者」身份由文獻探討不斷獲得新的資訊與看法，以幫助「教師」身份提出更適合的教學與學習模式。

日常生活中常見的現象多與水有關，從我們下雨、雲與霧、曬衣服等等…，皆應用到水的三態變化。雖然水在生活中隨處可見，是如此生活化的經驗，但在學生經過大小考之後，卻總是充滿疑問與困難。即使是簡單的「蒸發」，無論是過去還是現在，學生仍普遍有許多錯誤的想法。這一次探究課程學習主軸，藉由 POE 探究教學法帶領學生能以觀察實作與邏輯推理等探究歷程。

- 一、探究過程中，學生能發現水的形態會隨著溫度改變，當水遇熱能夠變成水蒸氣，遇冷能夠變成冰... 日常現象。
- 二、班級經營上，一開始老師須先清楚說明實驗目的，及指導學生將實驗步驟寫下並練習將實驗說明清楚，學生擬定操作步驟，接下來一定確認每組工作分配(例如：拿實驗器材是幾號同學、放冰塊是幾號同學、測量時間是幾號同學..)，運用班級經營技巧，主要目的是讓學生能了解如何操作實驗，每一個人都有負責的工作。
- 三、過程中指導學生能適當的運用圖表呈現實驗成果，發現學生對實驗結果做出正確歸納，筆者發現三年級的歸納能力是薄

弱的，所以老師可以利用紙筆或口頭…等回答形式，讓學生自己自由表達想法，或選擇用勾選的方式，提供幾種可能的情況讓學生來對應現象歸因(例如：根據以上實驗，冰塊融化比較快是因為環境如何?)先讓學生自己自由表達想法(學生會回答：環境溫度高、通風)，老師可以藉由學生發表，全班一起歸納結果。

- 四、最後「水的三態」POE 流程圖中第二階段，學生能從之前第一階段學習，自行討論或老師幫助學生應用「蒸發」、「凝結」、「凝固」、「融化」…等專有名詞，發展科學概念歸納實驗結果，例如：加熱可以讓水有三態變化：固態冰→液態水→氣態水蒸氣；固態冰→液態水，稱為「融化」；液態水→氣態水蒸氣，稱為「蒸發」；液態水←氣態水蒸氣，稱為「凝結」；固態冰←液態水，稱為「凝固」。
- 五、課程中進行多次的 POE 學習方式，發現學生邏輯思維能力也有進步，能將實驗步驟用圖像表達，且具邏輯的表述出來。例如學生知道在生活上應用「加熱」、「攤開抹布」或「吹風」都可以使濕抹布快點變乾、飲料中的冰塊快點融化；滿收集雨水，製作雨水收集器(水撲滿)用來使雨水再利用，達到節水目的。
- 六、另外，台上同學的報告不太邏輯的內容，台下同學能提出建設性的意見而且水撲滿開口要大且可以利用粗砂網、細沙網過濾大型垃圾，也可以利用石頭細沙淨化水質；利用軟水管接送到大型儲水槽……有趣的 DIY 想法，最令人驚艷是台下同學能適時給予報告組別有意義的建議，教學過程中除了增進學生與他人合作探究科學，也精進學生探究能力。

- 七、本次研究觀察認為，學習興趣與操作 POE 科學探究時有高度的關聯性，POE 的第一階段「預測」可以激發學生的好奇心，而好奇心可以提升學生的學習動機，有助提升學生的自然學習興趣與學習成效。
- 八、POE 教學活動可以提升明顯學生的探究能力。實務觀察發現學生大多能積極地參與科學實驗，專注地觀察科學現象，並能從中發現問題，試圖尋求答案。學生在學習過程中，須細心觀察和多一層的詢問，並有許多的新發現，也是如此所以學生在探究能力上有明顯地提升。



第五章 結論與建議

本研究從以文獻、學習者問卷資料做為未來永續教育之探討，整合相關資料分析得到以下結論：

5.1 結論

- 一、「水的三態」學習認知分析，POE 探究教學法對講述教學法之學生的自然學習認知有顯著提升。
- 二、「水的三態」學習興趣分析，POE 探究教學法對講述教學法之學生的自然學習興趣有顯著提升。
- 三、「水的三態」探究能力分析，POE 探究教學法對講述教學法之學生的自然學習探究能力有顯著提升。
- 四、「水的三態」問卷分析，POE 探究教學法對「教育」能達到永續經營的成效。

本研究結論從以文獻、學習者問卷資料，推究其原因，如下：

(一)、講述性教學是被動複製知識的學習，未能有效提昇學生思考及解決問題的能力，且學生參與度也較少，因此講述性教學對學生自然學習認知、學習興趣、學習探究能力未有明顯成效。

(二)、POE 教學法讓學生進行「預測答案、觀察現象、做出解釋」的探究歷程，對學生自然領域的學習認知、學習興趣、探究能力有很大發展，在本研究中有明顯成效。

(三) POE 探究教學法對學生的自然整體學習成效有顯著提升。
所以 POE 探究教學法對「教育」能達到永續經營的成效。



5.2 建議

- 一、從 12 年國教課綱中發現中年級學生的探究活動較為簡單，因為中年級的自然課程中未引進實驗三大變項及實驗操作能力較薄弱，如何讓中年級進行探究學習呢？可以從「POE 教學法」著手，讓中年級也可以進行 POE 探究學習。
- 二、研究過程中讓學生學到探究的精神：學生在學習概念和原理時，教師可以提供學生一些事例和問題，讓學生自己通過閱讀、觀察、實驗、思考、討論、聽講等途徑去獨立探究，自行發現並掌握相應的原理和結論的一種方法。
- 三、以 POE 教學非一蹴可及，教師應彈性應用 POE 教學方式，POE 教學法與講述教學法其實兩者可以同在一條教學方式的連續線上，教師可以在不同的課程階段裡，彈性運用以學生學習為中心的教學方式。
- 四、附上「水的三態」POE 教學教案-附件一、附件二期盼對教育者能參酌使用。

參考文獻

一、中文

1. 王美芬、熊召弟(2006)。國小階段自然與生活科技教材教法。臺北市：心理出版社。
2. 立法院(2021)。少子化現象教育政策因應策略之研析。盧延根：立法院。
3. 江新合(1992)。建構主義式教學策略在國小自然科教學的應用模式。載於八十一年科學教育論文研討會集刊(頁6-19)，國立屏東教育大學。
4. 洪榮昭(2011)科學教育實作形成品設計製作研究計畫—Why-why 科學探究學習平台。行政院國家科學委員會專題研究計畫(NSC101-2511-S-003-005)，未出版。
5. 耿筱曾(2001)：國小學生自然科概念學習研究—空氣概念。行政院國家科學委員會專題研究計畫報告(NSC90-2511-S-152-003)，未出版。
6. 紀明君(2015)。以 POE 教學策略探究幼兒對於蔬果切面變色概念之研究。
7. 教育部(2019)。十二年國民基本教育課程綱要總綱。臺北市：教育部。
8. 郭靜萍(2015)。以 POE 教學策略對國小六年級學童物質分離概念學習的成效評估。

9. 張韶珏 (2009)。國小學童父母教養方式、性別角色與科學生涯興趣關係之研究。未出版之碩士論文，國立臺中教育大學諮商與應用心理學系，台中市。
10. 張春興 (1989)。張氏心理學辭典。臺北市：東華出版社。
11. 張春興 (1996)。教育心理學：三化取向的理論與實踐 (2 版)。臺北市：東華出版社。
12. 黃台珠、熊召弟、王美芬、佘曉清、靳知勤、段曉林、熊同鑫 (2002)。促進理解之科學教學人本建構取向觀點。台北：心理。
13. 陳淑玲 (2015)。以科學遊戲融入 POE 教學對學童學習成效影響之研究。
14. 陳坤祝 (2018) 合作學習融入 POE 教學策略提升初一學生科學的學習成效之行動研究。
15. 楊其安、郭重吉 (1990)。利用臨床晤談探究國中學生的力學概念的另有架構。物理教育，1，14-18
16. 溫明豪 (2018) POE 教學與教師學科教學知識的影響之行動研究。
17. 顏郁菁 (2013)。POE 教學策略結合美感經驗之成效研究--以國小三年級「動物」單元為例。
18. 簡茂發 (1987)。心理測驗與統計方法。臺北市：心理出版社。

二、英文

1. Champagne, A. B., Klopfer L. E., & Anderson J. H. (1980). Factors Influencing the Learning of Classical Mechanics. *American Journal of Physics*, 48(12), 1074-79.
2. Fosnot, C. T. (1989). *Enquiring teachers, enquiring learners: A constructivist approach for teaching*. New York: Teachers Coll. Press.
3. Palmer, D. (1995). The POE in the primary school: an evaluation. *Research in Science Education*, 25(3), 323-332.
4. White, R., & Gunstone, R. (1992). Prediction -Observation-Explanation. In R. White & R. Gunstone (Eds.) *Probing Understand* (pp. 44-64). London: The Falmer Press.
5. Varelas, M., & Pineda, E. (1999). Intermingling and bumpiness: Exploring meaning making in the discourse of a science classroom. *Research in Science Education*, 29(1), 25-49.

附件一：「水的三態」POE 教學教案

一、教學單元：水的三態變化

二、教學時間：5 節課，共 200 分鐘。

三、對象：三年級學生

四、教學教案(如下)

時間	教師教學活動	學生學習活動	學習表現	所需器材
5 分	<p>活動一、 「水的蒸發、冰的融化」 第一階段 POE 引起動機</p> <p>1. 老師引導學生思考桌面上的濕抹布過一段時間後，為什麼會變乾呢？</p> <p>2. 老師提出問題：我們生活中水逐漸消失現象的例子？</p> <p>3. 老師提出問題：那這些水都跑到哪裡去呢？</p>	<p>1. 學生發表自己所知道生活中水逐漸消失現象的例子。</p> <p>2. 小組進行觀察及討論後，最後上台發表報告。</p> <p>✓ 火鍋湯加熱，一段時間後，當湯蒸發後，會發現湯變少了</p> <p>✓ 衣服晒乾。</p> <p>✓ 溼的雨傘晾乾。</p> <p>3. 學生提出：</p> <p>✓ 水變成散布在空氣中</p> <p>✓ 水變成看不見的水蒸氣</p>	<p>口頭發表</p> <p>*注意：學生自由回答引發學生對課程的興趣。</p> <p>ah- II -1</p> <p>pe- III -1</p> <p>tm- II -1</p> <p>tr- II -1</p>	濕抹布

15分	<p>1. 引導學生，提出「使濕抹布快點乾」方法的假設。 提問：我們有什麼方式可以讓濕抹布快點變乾呢？ 發下便利貼，請各小組討論找出「可以讓濕抹布快點變乾」的方法，並寫在便利貼上。</p> <p>2. 請各組輪流上台，將便利貼貼在黑板上，並且把相同的因素貼在同一排。</p> <p>請全班討論，提出有沒有哪些方法是可以在分類的更仔細或者不太合理，需要修正。</p> <p>3. 請小組從各種方法中，選擇其中一個方法，預測實施後的結果(提出假設)。</p> <p>4. 老師利用便利貼引導各組所需要的器材。</p>	<p>1. 學生利用便利貼寫出自己知道讓濕抹布快點變乾的方法。</p> <p>2. 各組派兩位組員，將便利貼貼在黑板上並分類，並發表內容。 以下為擷取學生上課時回答與分類情形之片段。</p> <table border="1" data-bbox="772 846 1241 1155"> <tr> <td>電風扇</td> <td>時間</td> <td>曬太陽</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>風扇</td> <td>等待時間</td> <td>太陽</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td></td> <td>放置時間</td> <td>溫度高</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td></td> <td>時間</td> <td></td> <td>...</td> </tr> </table> <p>3. 小組選擇一個方法進行預測後，上台發表報告。【P：預測】</p> <div data-bbox="772 1301 1254 1453" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>第一組 方法：利用吹風機或用電風扇吹 預測：能加速水分的蒸發。</p> </div> <div data-bbox="772 1503 1254 1655" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>第二組 方法：把濕抹布攤開。 預測：大面積能多點水分的蒸發。</p> </div> <div data-bbox="772 1704 1254 1901" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>第三組 方法：放在大太陽底下 預測：水分蒸發的速度都會比較快。</p> </div> <p>4. 各組利用便利貼寫上所需要的器材，例如：</p>	電風扇	時間	曬太陽	...	風扇	等待時間	太陽	...		放置時間	溫度高	...		時間		...	<p>ah-Ⅱ-1</p> <p>pe-Ⅲ-1</p> <p>tm-Ⅱ-1</p> <p>tr-Ⅱ-1</p>	<p>彩色筆</p> <p>紙條</p> <p>海報</p>
電風扇	時間	曬太陽	...																	
風扇	等待時間	太陽	...																	
	放置時間	溫度高	...																	
	時間		...																	

20分	<p>5. 引導各組討論出實驗步驟和測量結果的方法，寫出或畫出在海報上。</p> <p>6. 請小組上台發表-實驗設計。並鼓勵台下學生提出建議或問題。</p>	<p>第一組材料：電風扇、2 條濕抹布 第二組材料：2 條濕抹布 第三組材料：2 條濕抹布</p> <p>5. 各組討論實驗步驟和測量結果的方法。</p> <p>6. 小組利用海報上台發表各小組的實驗設計。例如：</p> <div data-bbox="770 689 1254 1258" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>第一組</p> <p><u>實驗步驟</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 抹布加水 30 克 ➢ 電風扇吹 1 條濕抹布 ➢ 電風扇不吹 1 條濕抹布 ➢ 時間：20 分鐘 <p><u>測量結果</u></p> <p>眼睛觀察或用手摸抹布的濕度狀況。</p> </div> <div data-bbox="770 1308 1254 1827" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>例如：第二組</p> <p><u>實驗步驟</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 抹布加水 30 克 ➢ 1 條濕抹布全攤平 ➢ 1 條濕抹布對折 2 次 ➢ 時間：20 分鐘 <p><u>測量結果</u></p> <p>用磅秤測量濕抹布的重量。</p> </div> <p style="text-align: center;">【第一節結束】</p>	便利貼	海報
-----	---	--	-----	----

25分	<p>1. 引導學生設計表格。</p> <p>2. 請各組進行實驗。</p>	<p>【第二節開始】</p> <p>1. 各組在海報上設計要紀錄結果的表格。</p> <p>2. 各組進行實驗【0：觀察】</p> <p>✓ 小組分工合作</p> <p>✓ 各組進行實驗並多次實驗</p> <p>✓ 小組實驗表格記錄實驗結果</p> <p>以下為擷取表格海報部分內容，敘述學生回答情形。</p> <div data-bbox="770 728 1254 1193" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>第一組</p> <p>結果：眼睛觀察或用手摸抹布的濕度狀況。</p> <table border="1" data-bbox="799 880 1225 1193"> <thead> <tr> <th></th> <th>吹電風扇</th> <th>不吹電風扇</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>較乾</td> <td>較濕</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>較乾</td> <td>較濕</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>較乾</td> <td>較濕</td> </tr> <tr> <td>平均</td> <td>較乾</td> <td>較濕</td> </tr> </tbody> </table> </div>		吹電風扇	不吹電風扇	1	較乾	較濕	2	較乾	較濕	3	較乾	較濕	平均	較乾	較濕	<p>ah- II -1 pe- III -1</p> <p>tm- II -1 tr- II -1</p>	<p>便利貼 彩色筆</p>
	吹電風扇	不吹電風扇																	
1	較乾	較濕																	
2	較乾	較濕																	
3	較乾	較濕																	
平均	較乾	較濕																	
10分	<p>2. 老師請各組分析實驗結果，提出解釋。</p>	<p>2. 各組分析實驗結果。【E：解釋】</p> <div data-bbox="770 1702 1254 2000" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>第一組</p> <p>主題：電風扇吹濕抹布會比較快乾。</p> <p>解釋：吹風是加快液體表面空氣帶走的水分就愈多，可以促使蒸發的速度加快。</p> </div>		<p>海報</p>															

	<p>3. 師生統整結論。</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>第二組</p> <p>主題：太陽下濕抹布比較快乾？</p> <p>解釋：提高溫度能帶走的水分就愈多，可以促使蒸發的速度加快。</p> </div> <p>3. 全班學生提出總結：</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 加熱可以讓液態水變成氣態水蒸氣，這個過程稱為蒸發，讓濕抹布快點乾。 ✓ 加熱、攤開抹布或吹風可以幫助濕抹布蒸發水分，讓濕抹布快點變乾。 		
第二節課結束				

時間	教師教學活動	學生學習活動	學習表現	所需器材
5 分	<p style="text-align: center;">第二階段 POE</p> <p>1. 請學生觀察加入冰塊的飲料，經過一段時間後有什麼變化？</p>	<p>【第三節課開始】</p> <p>1. 小組觀察及討論後提出：</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 冰會融化變成水。 ✓ 冰塊會變小。 ✓ 水會慢慢增加。 ✓ 原本一塊塊的冰塊變成一攤水。 <p>加熱可以讓固態冰塊變成液態水，這個過程稱為融化。</p>	<p>口頭發表</p> <p>*注意：學生自由回答引發學生對課程的興趣。</p> <p>ah- II -1 pe- III -1</p> <p>tm- II -1 tr- II -1</p>	<p>有冰塊的飲料</p>

5 分	<p>2. 請各組討論「有什麼情況會加快冰塊的融化速度？」，並寫在便利貼上。</p> <p>3. 老師請各組輪流上台，將便利貼貼在黑板上，並且把相同的因素貼在同一排。</p> <p>台上發表時，老師可以請台下同學提出，有沒有哪些方法是可以再分類的更仔細；或是不太合理，需要修正。</p> <p>4. 請小組針對以上「加快冰塊融化的方法」中，選擇一個方法，並進行預測產生結果。(提出假設)</p>	<p>2. 小組進行討論後，寫在便利貼上。</p> <p>3. 學生發表「加快冰塊融化速度的方法」。提出的方法歸納為以下項目：</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">熱水</td> <td style="text-align: center;">時間</td> <td style="text-align: center;">曬太陽</td> <td style="text-align: center;">...</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">溫水</td> <td style="text-align: center;">等待時間</td> <td style="text-align: center;">太陽</td> <td style="text-align: center;">...</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">放置時間</td> <td style="text-align: center;">溫度高</td> <td style="text-align: center;">...</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">時間</td> <td></td> <td style="text-align: center;">...</td> </tr> </table> <p>4. 小組選擇一個方法進行小組討論預測後，最後上台發表報告。【P：預測】</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>第一組</p> <p>方法：放在熱水中</p> <p>預測：熱水能加速冰塊的融化。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>第二組</p> <p>方法：放在大太陽底下</p> <p>預測：太陽下溫高，冰塊融化的速度會比較快。</p> </div> <p>5. 各組利用便利貼寫出所需要的器</p>	熱水	時間	曬太陽	...	溫水	等待時間	太陽	...		放置時間	溫度高	...		時間		...	便利貼	海報
熱水	時間	曬太陽	...																	
溫水	等待時間	太陽	...																	
	放置時間	溫度高	...																	
	時間		...																	

5分	<p>5. 老師利用便利貼引導各組所需要的器材？</p>	<p>材。</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 第一組材料。熱水、冷水、2塊冰塊、2個杯子。 ✓ 第二組材料：2塊冰塊、2個杯子。 		
5分	<p>6. 請各組討論實驗步驟、測量結果方法。</p> <p>提示學生：越仔細實驗越完整。可以按照步驟順序寫，到時候做實驗可以依順序來做實驗。</p> <p>7. 請各組發表-小組實驗設計。</p>	<p>6. 各組寫出或畫出「實驗步驟、測量結果方法」在海報上。</p> <p>7. 小組利用海報上台發表-小組實驗設計。例如：</p>		

		<p>第一組</p> <p><u>步驟</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 冰塊放入杯子 ✓ 甲加 50 克熱水 ✓ 乙加 50 克冷水 ✓ 時間：2 分鐘 <p><u>測量結果</u></p> <p>睛睛或手觀察冰塊融化狀況。</p>	<p>ah- II -1</p> <p>pe- III -1</p> <p>tm- II -1</p> <p>tr- II -1</p>	<p>彩色筆</p> <p>海報</p>
		<p>第一組</p> <p><u>步驟</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 冰塊放入杯子 ✓ 甲放太陽下 ✓ 乙放陰暗處 ✓ 時間：2 分鐘 <p><u>測量結果</u></p> <p>磅秤測量融化水的重量</p>		

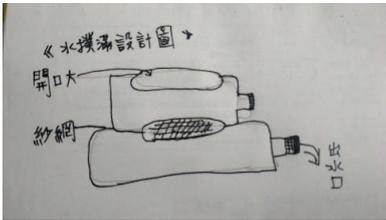
3分	8. 請各組設計表格。	8. 小組設計表格的海報。	ah- II-1 pe- III-1	海紙 彩色筆																																									
12分	9. 各組進行實驗活動。	9. 各組進行實驗【0：觀察】 ✓ 小組分工合作 ✓ 各組進行實驗並多次實驗 ✓ 小組實驗表格記錄實驗結果 (以下為擷取表格海報部分內容，敘述學生回答情形。) <table border="1" data-bbox="751 680 1254 1088"> <thead> <tr> <th colspan="3">測量結果</th> </tr> <tr> <th colspan="3">眼鏡或手觀察冰塊融化狀況</th> </tr> <tr> <th></th> <th>熱水中</th> <th>冷水中</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>融化水較多</td> <td>融化水較少</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>融化水較多</td> <td>融化水較少</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>融化水較多</td> <td>融化水較少</td> </tr> <tr> <td>平均</td> <td>融化水較多</td> <td>融化水較少</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="751 1137 1254 1545"> <thead> <tr> <th colspan="3">測量結果</th> </tr> <tr> <th colspan="3">眼鏡或手觀察冰塊融化狀況</th> </tr> <tr> <th></th> <th>太陽下</th> <th>陰暗處</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>28 克</td> <td>35 克</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>29 克</td> <td>34 克</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>29 克</td> <td>34 克</td> </tr> <tr> <td>平均</td> <td>29 克</td> <td>34 克</td> </tr> </tbody> </table>	測量結果			眼鏡或手觀察冰塊融化狀況				熱水中	冷水中	1	融化水較多	融化水較少	2	融化水較多	融化水較少	3	融化水較多	融化水較少	平均	融化水較多	融化水較少	測量結果			眼鏡或手觀察冰塊融化狀況				太陽下	陰暗處	1	28 克	35 克	2	29 克	34 克	3	29 克	34 克	平均	29 克	34 克	tm- II-1 tr- II-1
測量結果																																													
眼鏡或手觀察冰塊融化狀況																																													
	熱水中	冷水中																																											
1	融化水較多	融化水較少																																											
2	融化水較多	融化水較少																																											
3	融化水較多	融化水較少																																											
平均	融化水較多	融化水較少																																											
測量結果																																													
眼鏡或手觀察冰塊融化狀況																																													
	太陽下	陰暗處																																											
1	28 克	35 克																																											
2	29 克	34 克																																											
3	29 克	34 克																																											
平均	29 克	34 克																																											
3分	10. 請各組分析實驗結果，提出科學解釋。【E：解釋】	10. 各組進行結果分析，提出解釋。 【E：解釋】例如： <table border="1" data-bbox="762 1648 1270 1883"> <tr> <td>第一組</td> </tr> <tr> <td>主題：電風扇吹冰塊比較快融化？</td> </tr> <tr> <td>解釋：吹風是加快液體表面空氣的流動，讓冷空氣流動溫度容易升高，可以促使融化的速度加快。</td> </tr> </table>	第一組	主題：電風扇吹冰塊比較快融化？	解釋：吹風是加快液體表面空氣的流動，讓冷空氣流動溫度容易升高，可以促使融化的速度加快。																																								
第一組																																													
主題：電風扇吹冰塊比較快融化？																																													
解釋：吹風是加快液體表面空氣的流動，讓冷空氣流動溫度容易升高，可以促使融化的速度加快。																																													
2分	11. 師生統整結論。	11. 全班學生提出總結： ✓ 加熱可以讓固態冰塊變成液態																																											

		<p>水，這個過程稱為融化。</p> <p>✓ 加熱或吹風可以讓飲料中的冰塊快點融化。</p>		
第三節課結束				

時間	教師教學活動	學生學習活動	學習表現	所需器材																
5分	<p>活動二：涓滴之流，創意兩撲滿</p> <p>1. 老師利用便利貼引導學生小組討論「水在何處」。</p> <p>提問：水會出現在地球的哪些地方？</p> <p>利用便利貼寫出或畫出。</p> <p>2. 老師請各組上台發表，並請台下同學一同進行討論分類。</p>	<p>第四節課開始</p> <p>1. 學生討論水會出現在地球的地方，並把答案寫在便利貼上。【P：預測】</p> <p>2. 各組派兩位組員將便利貼貼在黑板上並做分類，同類型的放在同一行，例如：河流、小溪是屬於河流類型的；大海與海洋是相同的。</p> <p>各組上台發表，並與台下學生共同觀察討論「水存在地球上的哪些地方」。</p> <p>學生可能寫出的答案有：雲、植物、動物、河川、海洋、湖泊、地下水、水庫、土壤和冰河...</p> <p>➤ 以下為擷取學生上課時回答與分類情形之片段。</p>	<p>ah-II-1</p> <p>pe-III-1</p> <p>tm-II-1</p> <p>tr-II-1</p>	<p>彩色筆</p> <p>紙條</p>																
10分		<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="background-color: #ADD8E6;">河流</td> <td style="background-color: #FFDAB9;">大海</td> <td style="background-color: #90EE90;">水庫</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FFDAB9;">小溪</td> <td style="background-color: #FFDAB9;">海洋</td> <td style="background-color: #90EE90;">水庫</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="background-color: #ADD8E6;">海洋</td> <td style="background-color: #90EE90;">水庫</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="background-color: #90EE90;">大海</td> <td></td> <td>...</td> </tr> </table>	河流	大海	水庫	...	小溪	海洋	水庫	...		海洋	水庫	...		大海		...		
河流	大海	水庫	...																	
小溪	海洋	水庫	...																	
	海洋	水庫	...																	
	大海		...																	

<p>5 分</p>	<p>3. 老師展示「水循環圖」，複習水的三態變化，讓學生知道溫度的不同，會讓水產生形態的變化，形成水循環。</p> <p>4. 老師發下「水循環圖」，請學生利用紅色塗滿人類可以使用的水資源；利用黑色塗滿人類無法使用的水資源。</p> <p>5. 老師請各組展示已圖色的「水循環圖」，並上台發表他們的觀察發現。</p> <p>提問：人類可運用的水資源面積如何？</p> <p>6. 師生統整結論。</p> <p>7. 老師提供各組台灣缺水的閱讀資料。</p>	<p>3. 學生針對「水循環圖」發表</p>  <p>圖片來源：https://www.city.kure.lg.jp/uploaded/image/14715.png</p> <p>4. 小組在「水循環圖」上，利用紅色塗滿人類可以使用的水資源；利用黑色塗滿人類無法使用的水資源。</p> <p>【O：觀察】</p> <p>5. 小組利用海報上台發表。學生提出：</p> <p>【E：解釋】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 大部分的水存在於海洋(黑色面積大)。 ✓ 很少部分的水可供人類使用(紅色面積很少)。 <p>6. 全班歸納：</p> <p>人類可以使用的水資源很少且有限，所以要節約用水，珍惜水資源。</p> <p>7. 各組透過閱讀資料後，討論台灣缺水的原因，可能有：</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 降雨強度及降雨分布不均，造成某些月份乾旱缺水。 	<p>「水循環圖」</p> <p>蠟筆</p> <p>科學閱讀文章-台灣缺水</p>
------------	---	--	--

10分	<p>8. 請各組討論節約用水的方法，並請學生上台發表：</p> <p>提問：平時應該怎麼節約用水呢？</p> <p>9. 老師引導學生提出「雨水再利用製作雨水收集器(水撲滿)」的想法。</p> <p>提問：沒有掉落在水庫的雨水如何再利用？【P：預測】</p>	<p>✓ 河川長度短，降坡度大，無法保留多的水。</p> <p>8. 各組討論，並上台分享，學生可能的回答：</p> <p>✓ 廢水再利用</p> <p>✓ 雨水再利用</p> <p>✓ 省水水龍頭</p> <p>9. 各組討論如何利用雨水？</p> <p>學生可能回答：澆花、生態池補水、拖地、沖馬桶、…等。</p>		
10分	<p>10. 提供雨撲滿概念影片 https://www.youtube.com/watch?v=NcIvpjkNwJc</p> <p>11. 引導學生，選擇想收集水源的來源。</p> <p>提問：你們想蒐集哪些可再利用的水資源呢？</p> <p>12. 老師準備多元材</p>	<p>第四節課結束 第五節課開始</p> <p>10. 學生仔細觀賞。</p> <p>11. 學生可能答案：雨、冷氣水、拖地水、洗碗水...等。</p> <p>12. 學生查看材料，可能有：大小寶特瓶、不同開口的瓶子、軟管、瓶蓋、剪刀、美工刀、海綿、各種膠...等</p>		<p>雨撲滿 材料： 大小寶特瓶、不同開口的瓶子、軟管、瓶蓋、剪刀、美工刀、海綿、各種膠</p>

20分	<p>料，讓學生查看可利用的材料有哪些，並提供學生自由選擇。</p>	<p>13. 各組討論後畫出水撲滿的設計圖。</p>		
10分	<p>若有非現場材料，但學生有需要，也可以視情況準備。</p>			
10分	<p>13. 請各組討論並畫設計圖，任務為「<u>製作最有效率的水撲滿或能使用最久的水撲滿</u>」。(教師可設定以接雨水為主，才有公平的起點進行小組競賽及測量活動)</p> <p>14. 老師請各組動手製作。</p> <p>15. 請各組將水撲滿實品放置在校園，等待下雨時，放集雨水後，在相同時間下，拿回水撲滿到教室。</p> <p>16. 老師請各組測量收集到的雨量。</p>	<p>✓ 利用材料：大小寶特瓶、紗網、瓶蓋、剪刀。</p> <p>✓ 放置地點：戶外草皮</p> <p>14. 各組利用材料製作水撲滿。【0:觀察】(跨領域-數學、STEAM的動手做)</p> <p>15. 各組將水撲滿放置在校園。</p> <p>16. 各組用一公升量筒測量雨水量。</p> <p>17. 各組上台展示水撲滿，發表設計理念與製作方法，並分析收集雨水的特色，例如：</p> <p>✓ 開口變大，使盛接雨水的面積變大。</p>		

<p>17. 請各組上台發表， 自製水撲滿的成效 分析。</p>		<p>✓ 加紗網過濾小型垃圾。</p> <p>✓ 連接大型儲存槽，方便收集更多雨水。【E：解釋】</p> 	
<p>第五節課結束</p>			