

第五章 結論與建議

本章分為兩節，第一節為本研究的總結，第二節為結論，第三節為建議。

第一節 總結


本研究探討 POE 教學策略對於學生學習凸透鏡成像概念之效果，以及在 POE 教學過程中，學生概念改變的情形。研究對象為國中九年級學生，共 34 人。研究工具為測驗卷及學習教材，其中測驗卷為自編的「凸透鏡成像概念測驗卷」($\alpha = .74$)，經由一位科教專家與兩位理化教師檢視修正再經試測後完成，測驗卷共有 11 題，題目分為兩大類，第一類為基本概念題共六題，第二類為迷思概念類型題共五題。學習教材以學習單的方式呈現，依據學生凸透鏡成像迷思概念及 POE 教學策略設計而成。進行前測、教學及後測，以描述性統計、相依樣本 T 考驗、卡方考驗分析學生在前、後測及學習單的作答結果。研究發現如下：

一、POE 教學前，學生對於凸透鏡成像所持有的迷思概念說明如下：

將學生在前測的基本概念題與迷思概念類型題常見的迷思概念分別說明如下：

(一) 基本概念題



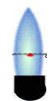


1. 在凸透鏡的外觀為中間部分較邊緣部分厚的概念上，學生常混淆透鏡與面鏡 (11.8%)。

2. 在中間部分較邊緣部分厚的透鏡能聚光的概念上，學生常認為三稜鏡的組合（) 才能有聚光或散光效果 (23.5%)。
3. 在凸透鏡成像是光折射的原理之概念上，學生常持有下列兩種迷思概念：
- (1) 蠟燭所發出的光照在透鏡上時，透鏡會產生影像，然後投射在屏幕上 (17.6%)。
 - (2) 蠟燭所發出的光都會通過凸透鏡鏡心，在屏幕上成像 (11.8%)。
4. 在實像形成是因凸透鏡的聚光性質之概念上，學生常持有下列兩種迷思概念：
- (1) 移去凸透鏡後，像會變成模糊一些的完整正立像 (23.5%)。
 - (2) 移去凸透鏡後，像會變成模糊一些的完整倒立實像 (17.6%)。
5. 在光向四面八方傳播的概念上，學生常認為燈泡上有無數個光點，每個點僅能發出一條光，以一直線射出 (20.6%)。

(二) 迷思概念類型題

學生在前測迷思概念類型題凸透鏡被不透明物遮蔽時，有關成像常見的迷思概念類型如表 5-1 所示：

表 5-1 學生在前測迷思概念類型題各題情境下常表現出的迷思概念類型

迷思概念 類型	題目情境	B1：遮住凸 透鏡上半部 %	B2：遮住凸 透鏡下半部 %	B3：遮住凸透 鏡下半部一 小部分%	B4：遮住凸 透鏡上、下 半部%	B5：遮住凸透 鏡中間部分 %
						
1-1 透鏡被遮蔽只剩一半時，成像只有一半		23.5	23.5	11.8	5.9	8.8
1-2 透鏡被遮蔽上半部時，仍會有完整成像，只是像的上半部較暗，下半部亮度跟原來一樣		14.7	14.7	—	11.8	8.8
2-1 凸透鏡的成像原理與針孔成像類似		17.6	17.6	20.6	23.5	47.1
4-1 透光面積決定成像大小，凸透鏡沒被遮蔽時則形成完整大小不變的像，被遮住部分區域時，會形成完整但縮小的像		17.6	11.8	35.3	32.4	2.9

二、POE 教學之成效

(一) POE 教學後，學生在後測得分與前測之比較達顯著差異 ($P < .05$)。

可見教學後，學生對於凸透鏡成像概念的理解優於教學前。

- (二) POE 教學後，學生在後測迷思概念類型題各題作答正確的人數與前測之比較達顯著差異 ($P < .05$)。可見教學後，學生所持有的凸透鏡成像迷思概念相較教學前已顯著減少。
- (三) 在實驗 1-2 以雷射光平行射入三種不同透鏡之情境下，學生在解釋活動作答正確的人數與預測活動之比較達顯著差異 ($P < .05$)。可見觀察活動後，學生對於「透鏡的聚光、散光性質」的理解優於觀察活動前。
- (四) 在實驗 1-3 燈泡經凸透鏡於屏幕上成像後，移去凸透鏡觀察屏幕上像的變化之情境下，學生在解釋活動作答正確的人數與預測活動之比較達顯著差異 ($P < .05$)。可見觀察活動後，學生對於「實像形成是因凸透鏡的聚光性質」的理解優於觀察活動前。
- (五) 在實驗 3-1 燈泡經凸透鏡在屏幕上成像後，以大小約透鏡二分之一的不透光紙將凸透鏡的上半部遮住之情境下，學生在解釋活動作答正確的人數與預測活動之比較達顯著差異 ($P < .05$)。可見觀察活動後，學生所持有的凸透鏡成像迷思概念相較觀察活動前已顯著減少。
- (六) 在實驗 4-1 燈泡經凸透鏡在屏幕上成像後，以大小約透鏡四分之一的不透光紙將凸透鏡的鏡心部分遮住之情境下，學生在解釋活動作答正確的人數與預測活動之比較達顯著差異 ($P < .05$)。可見觀察活動後，學生所持有的凸透鏡成像迷思概念相較觀察活動前已顯著減少。

三、一系列的 POE 教學中，學生的概念改變歷程說明如下：

- (一) 實驗 1-2 依據 POE 教學策略，分為預測、觀察、解釋三個活動，實驗內容是以雷射光平行射入三種不同的透鏡（雙凹、平凸、雙凸、平凸透鏡），觀察雷射光通過時的偏折情形。從教學中發現大部分的學生都能了解雙凸、雙凹透鏡的性質，而對於較少見的平凸透鏡，若未經實驗，則會存有一定的困難。另外發現有 32.4% 的學生雖在預測與觀察活動間產生認知衝突，但在短時間內仍無法適當的調適預測與觀察間的差異。
- (二) 實驗 1-3 依據 POE 教學策略，分為預測、觀察、解釋三個活動，實驗內容為燈泡的光經凸透鏡折射在屏幕上形成倒立實像後，移去凸透鏡，只留下燈泡及屏幕在原位置，觀察透鏡移去前後成像的變化。從教學中發現學生從預測到解釋活動，其概念改變是循序漸進的，在預測活動作答錯誤的學生，到解釋活動大都能夠寫出部分的正確答案；在預測活動能寫出部分正確答案的學生，到解釋活動大都能使其答案更加完整正確；只有少數學生在預測活動作答錯誤，到解釋活動時能直接完整正確的作答。
- (三) 實驗 2-1、2-2 依據 POE 教學策略，每個實驗分為預測、觀察、解釋三個活動，實驗內容為燈泡的光經凸透鏡折射在屏幕上形成倒立實像後，將燈泡、凸透鏡、屏幕間的距離固定，三者保持一直線，以燈泡為圓心，用畫圓的方式在平面上移動凸透鏡與屏幕到其它位置，觀察凸透鏡與屏幕到平面其它位置時，燈泡在屏幕上是否會成像（實驗 2-1），以及以燈泡為圓心，如立體球體般移動

凸透鏡與屏幕到三度空間的其它位置，觀察移動凸透鏡與屏幕到三度空間的其它位置時，燈泡在屏幕上是否會成像（實驗 2-2）。在教學中發現從實驗 2-1 預測、解釋活動到實驗 2-2 預測、解釋活動，能完整正確作答的學生逐漸增加，比例為：52.9%（2-1 預測活動）→64.7%（2-1 解釋活動）→67.6%（2-2 預測活動）→76.5%（2-2 解釋活動），顯示經過一連串相同概念的活動之後，學生的想法漸漸能符合科學概念。

- （四）在實驗 2-1、2-2 的教學過程中發現有些學生雖在實驗 2-1 解釋活動能以光向四面八方傳播來解釋觀察到的現象，但在實驗 2-2 情境稍作改變的情況下，他們很可能就會表現出迷思概念，而無法用光向四面八方來解釋。
- （五）實驗 3-1、3-2、4-1、4-2 依據 POE 教學策略，每個實驗分為預測、觀察、解釋三個活動，實驗內容為燈泡的光經凸透鏡折射在屏幕上形成倒立實像後，以面積不同的不透光紙遮住凸透鏡的不同區域，觀察遮住前後，屏幕上成像的變化。從教學中發現學生若沒有完全了解光向四面八方傳播的概念，就算在凸透鏡被不透明物遮蔽上半部及下半部的成像問題能正確作答，在面對凸透鏡鏡心被不透明物遮蔽的成像問題時仍會表現出凸透鏡成像原理與針孔成像類似的迷思概念。
- （六）從 3-1 解釋活動（作答正確：70.6%）到 3-2 預測活動（作答正確：73.5%），以及從 4-1 解釋活動（作答正確：70.6%）到 4-2 預測活動（作答正確：82.4%），在解釋與預測兩活動間並沒有觀察活

動的情況下（時間間隔大約十分鐘），學生作答正確的比例仍有增加，其原因可能是有些學生在 3-1 解釋活動與 4-1 解釋活動當下無法有效調適預測與觀察間的認知衝突，過了一段時間後，他們才漸漸思考出正確的概念，而將其應用在下一個實驗的預測活動。

- (七) 進行教學時由於每個實驗所涵蓋的概念相關聯，進行第一個實驗時，預測完就馬上進行觀察與解釋，接著進行第二個實驗的預測，先前實驗觀察的結果會對學生的既有概念造成影響，也會影響後面實驗的預測和理由。

第二節 結論

根據研究發現，歸納出下列結論：

- (一) POE 教學後，學生在凸透鏡成像概念測驗得分、基本概念題得分、迷思概念類型題得分皆有進步，達到顯著改變 ($P < .05$)，顯示 POE 教學對於凸透鏡成像的基本概念，以及解決學生凸透鏡成像迷思概念均有明顯成效。
- (二) 學生的迷思概念是情境相依的，在不同的情境下，往往會表現出不同的迷思概念，例如有些學生雖在實驗 2-1 解釋活動能以光向四面八方傳播來解釋觀察到的現象，但在實驗 2-2 情境稍作改變的情況下，他們很可能就會表現出迷思概念，而無法用光向四面八方來解釋。也代表測驗學生對於某一概念是否了解時，不能僅以單一情境來判斷。教師在教學時可提供多個情境，藉由檢視學生在不同情境的表現來判斷他們對於概念的理解程度。

- (三) 學生在面對凸透鏡被不透明物遮蔽的成像問題時，無論在實驗或是紙筆測驗的情境，學生皆很容易受鏡心被遮蔽的影響，而無法應用正確的概念來解決問題。
- (四) 學生有時在解釋活動當下無法有效調適預測與觀察間的認知衝突，必須經過一段時間才能漸漸思考出正確的概念，而將其應用在下一個實驗的預測活動，例如從 3-1 解釋活動（作答正確：70.6%）到 3-2 預測活動（作答正確：73.5%），以及從 4-1 解釋活動（作答正確：70.6%）到 4-2 預測活動（作答正確：82.4%），在解釋與預測兩活動間並沒有觀察活動的情況下（時間間隔大約十分鐘），學生作答正確的比例仍有增加，其原因可能是有些學生在 3-1 解釋活動與 4-1 解釋活動當下無法有效調適預測與觀察間的認知衝突，過了一段時間後，他們才漸漸思考出正確的概念，而將其應用在下一個實驗的預測活動。
- (五) 學生在面對凸透鏡被不透明物遮蔽的成像問題時，不同情境下（遮凸透鏡上半部、下半部、鏡心及周圍）往往表現出不同的迷思概念，在一系列的實驗過程中，雖已經過凸透鏡上半部、下半部被遮住的情境，但預測時仍難以將所學概念應用於凸透鏡鏡心被遮蔽的情境，經觀察產生認知衝突後，就能做出正確的解釋並將正確概念應用在遮住凸透鏡周圍的情境。

第三節 建議

根據本研究的發現，提出以下建議：

- (一) 本研究建議教師教授某概念到一段落時，可稍做停頓，讓學生有時間對剛剛所學概念進行思考與理解，例如從 3-1 解釋活動（作答正確：70.6%）到 3-2 預測活動（作答正確：73.5%），以及從 4-1 解釋活動（作答正確：70.6%）到 4-2 預測活動（作答正確：82.4%），在解釋與預測兩活動間並沒有觀察活動的情況下（時間間隔大約十分鐘），學生作答正確的比例仍有增加，其原因可能是有些學生在 3-1 解釋活動與 4-1 解釋活動當下無法有效調適預測與觀察間的認知衝突，過了一段時間後，他們才漸漸思考出正確的概念，而將其應用在下一個實驗的預測活動。
- (二) 本研究建議教師在教授凸透鏡被不透明物遮蔽的成像時，不能僅以單一情境來判斷學生對概念是否了解，應提供多個情境，遮蔽凸透鏡不同區域，藉由檢視學生在不同情境的表現來判斷他們對於概念的理解程度。
- (三) 本研究教學限於凸透鏡被不透明物遮蔽的成像問題，建議未來研究可進一步的延伸探討凹透鏡被不透明物遮蔽時的成像問題。
- (四) 本研究建議教師教授光向四面八方傳播概念時，可將有成像時的光源、凸透鏡、屏幕的位置固定在軸線上，然後以光源為圓心，軸線為半徑，做球形繞動。形成成像的球體，讓學生觀察。

(五) 本研究在透鏡成像的實驗使用燈泡、凸透鏡、屏幕的配置，燈泡的成像效果較一般使用蠟燭清楚許多，且較不受環境限制，在教室內就可操作。建議在透鏡成像的教學可使用燈泡或是其它光源較強的物體來代替蠟燭，讓學生能觀察到清楚的實驗結果，才不會因觀察錯誤而產生迷思概念。