探究教學活動設計與實施—以針孔成像為例

陳均伊[1]* 伍濩肇[2] 林淑靜[3] 陳義忠[2] 張溫瑜[4] 張惠博[5]

[1]國立嘉義大學科學教育研究所
[2]明道中學
[3]台中縣立東勢國中
[4]國立彰化師範大學科學教育研究所
[5]國立彰化師範大學物理學系

壹、緒論

近年來，國內外皆大力推動科學教育改革，其目標多強調探究教學的重要性(教育部，2003; American Association for the Advancement of Science, [AAAS], 1989, 1993; National Research Council, [NRC], 1996, 2000)，主張科學教學應促使學生探索自然，並從中學習科學知能與培養問題解決能力。然而，在一般中小學的科學課室中，探究教學並不多見，陳均伊(2006)、Roehrig 與 Luft（2004）以及 Minstrell 與 van Zee（2000）曾指出其可能原因在於科學教師在培育階段，極少有機會接觸與認識探究教學，導致其對於探究教學缺乏充分的理解。事實上，探究教學的形式是多元的（Thompson, 2003），依據不同的概念主題、學生需求、教學進度或課室環境等，有其不同的呈現方式。Martin-Hansen（2002）曾收集期刊論文或書籍中經常提及的探究教學活動，將探究教學分爲四種類型：開放式或完全的探究（Open or Full Inquiry）、引導式探究（Guided Inquiry）、耦合式探究（Coupled Inquiry），以及結構式探究（Structured Inquiry）。其中，引導式探究是指由教師來引導學生進行科學探究，其教學流程大致是由教師提供學生研究問題，再透過學生與教師合作的方式，共同決定研究步驟、資料收集等內容，甚且，在學生進行探究活動的過程中，教師可以提問等方式，引導或促使學生進行思考，以協助學生完成探究活動。

因此，本研究係以 Martin-Hansen（2002）提出的引導式探究（Guided Inquiry）教學爲架構，並設計針孔成像裝置（伍濩肇老師設計），以建構一個探究教學活動。希冀藉由探究教學實務經驗的分享，以及學生學習表現的討論，吸引更多中小學教師對於探究教學的關注，並願意嘗試將探究教學融入其課室當中。

貳、探究教學活動設計

一、教學目標

針孔成像是光沿直線傳播的具體實例，藉由針孔成像的操作與觀察，將能使學生瞭解光是以直線路徑傳播，並熟悉針孔成像的原理。其次，學生可將此原理延伸至其他情境，找出存在於日常生活或是自然界當中的針孔成像實例。

* 爲本文通訊作者

二、器材（供一個小組使用的數量）

圓柱形洋芋片罐子　　一個

（品客洋芋片）

紙杯　　一個

（開口面積約與洋芋片罐的大小相近）

描圖紙　　一張

膠帶　　一卷

三、製作方式

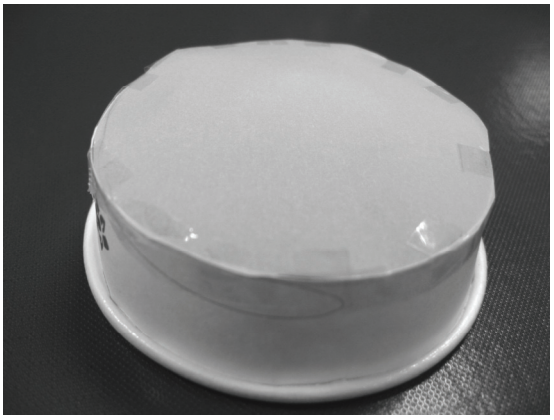
1. 在洋芋片罐子的底端，用錐子鑽一個小孔（圖一）。
2. 在紙杯高度約 3 公分處，將紙杯橫向切開，保留上半部圓筒狀的杯身。
3. 在杯身開口面積較小的一端，包覆描圖紙，作爲屏幕，並使用膠帶固定（圖二）。
4. 將屏幕放入洋芋片罐內，即完成針孔成像裝置的製作（圖三）。
5. 移動屏幕至適當位置，則可在描圖紙上觀察到針孔成像。

四、教學實施

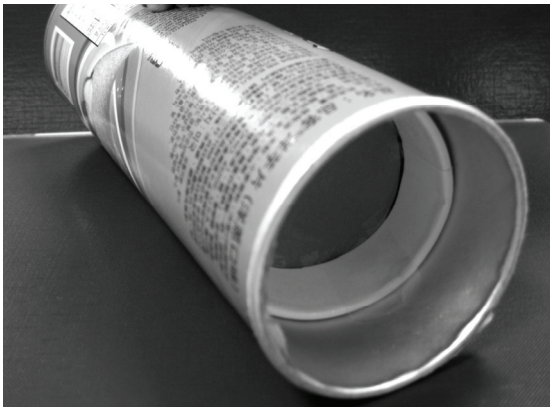
本教學單元活動的名稱爲：「光的直線前進與針孔成像」，係以國中二年級的學生爲實施對象，共進行二節課的時間。以下將呈現教學的方式，以及學生在上課時的表現：

1. 引起動機：在進行「光的直線前進與針孔成像」單元之前，老師先展示針孔成像裝置，並給予每一組學生一份材料，請學生參考老師所提供的裝置，自己製作一個。然後，請學生利用下課時間，觀察校園內的景物，並完成學習單。

圖一、於洋芋片罐底端鑽一小孔



圖二、包覆描圖紙的杯身



圖三、針孔成像裝置

2. 提問：在進行「光的直線前進與針孔成像」單元時，請學生提出他們操作針孔成像裝置時，所觀察到的現象。在上課時，學生曾指出：
   - 看到的東西上下、左右顛倒
   - 像影子一樣，沒有很明顯、清晰
   - 看到的東西比例會改變，跟原來的不一樣
   - 比原來的東西小

   顯然，學生對於針孔成像已有一些觀察，能發現成像大小、方向或位置等的變化。
3. 引導學生進行探索：協助學生綜合整理他們所觀察到的現象，確認每位學生都觀察到成像的變化。然後，依據學生的觀察，協助其將探究的焦點聚集在成像大小的變化，並提出研究問題「什麼因素會影響成像的大小？」。同時，請學生設法進行測量，以確切的數據表示成像的大小。在上課時，學生的表現為：

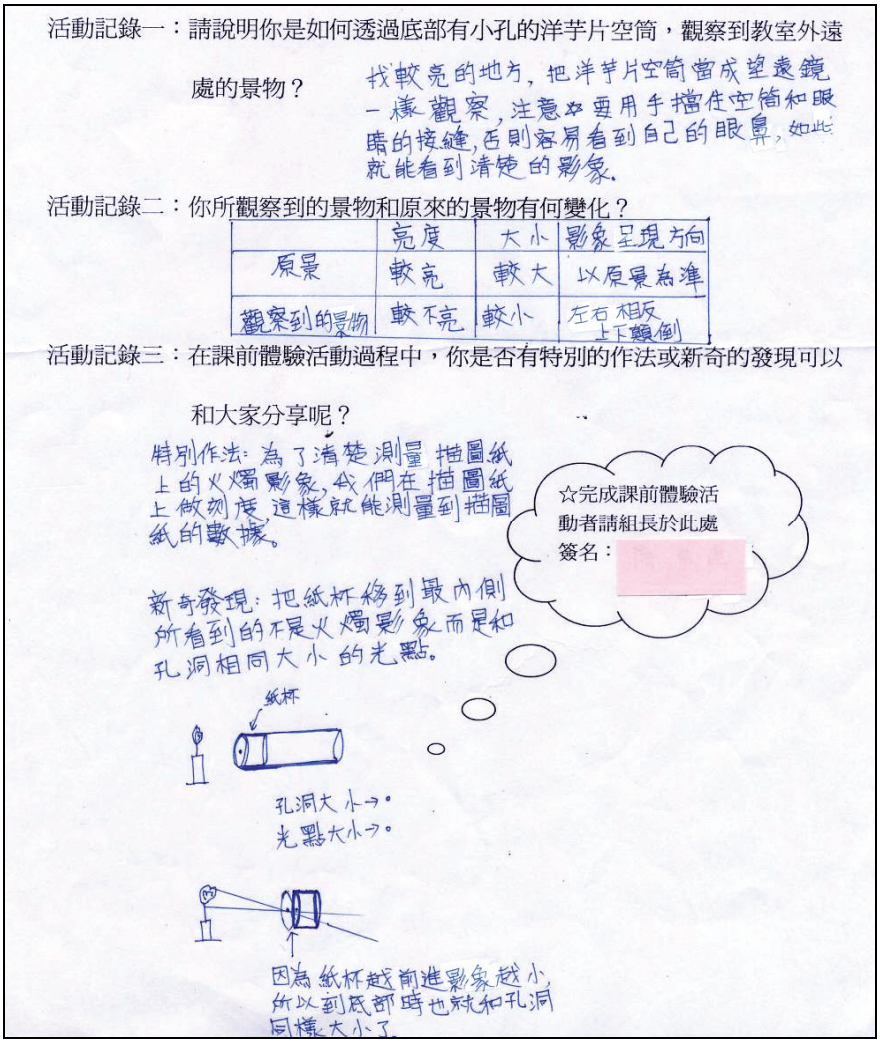
   每個小組的學生各自選擇不同的因素進行探索，例如：移動蠟燭，改變蠟燭到針孔的位置，以探討成像大小的變化，或者，改變洋芋片罐裡面杯身的位置。其中，有一組學生則是改變針孔的數目，以探討針孔數目與成像的關係。其次，各組學生測量距離與成像大小的方式亦有差異，有些組別的學生直接在洋芋片的罐子裡畫上刻度，以測量描圖紙與針孔之間的距離，有些小組的學生則是直接將尺放到洋芋片的罐子裡，先測量描圖紙到洋芋片罐開口處的距離，再計算描圖紙與針孔之間的距離。另外，成像大小的測量方式則有直接在描圖紙上畫刻度，以測量成像的長短，或者，先標記成像的長短與位置，然後，再以尺測量。

4. 小組報告：在學生完成實驗後，請各組學生上台報告他們小組的實驗結果，並提醒學生隨時比較各組的實驗結果，亦可針對同儕報告的內容提出問題，或是發表自己的觀點。其中，一個小組的報告內容如下：

   我們不變的是針孔到描圖紙的距離，改變的是針孔到燭火的距離，當針孔向前移，像會變大，向後移，像就會變小，我們量到針孔距離燭火 9.5 公分的時候，像是放大、顛倒、模糊的，距離 16.5 公分的時候，像是縮小、顛倒、清楚的。

5. 形成結論：將各個小組所報告的實驗結果，扼要的記錄在黑板上，並將針孔成像的光線路徑圖畫在黑板上，然後，由老師帶領學生依據各組的實驗結果，在光線路徑圖上找出成像的位置，並藉此說明成像大小的變化情形。然後，利用：「樹蔭下常見許多小圓形的亮影，是如何形成的？」、「日偏蝕、日環蝕時，樹蔭下的小亮影，會有何變化？」等問題，來幫助學生進行概念的延伸，以瞭解日常生活中針孔成像的現象。

6. 評量：在教學過程中，隨時透過觀察、提問等方式，瞭解學生對於針孔成像的理解，以及他們進行實驗活動時的技能表現。其次，在完成教學活動之後，學生必須將學習單填寫完整，並交給老師評分。透過學習單的撰寫，教師亦可瞭解學生概念學習的成效，以及其進行實驗活動的歷程。例如：在圖四、五中，學生能自己製作表格，來整理其所觀察到的針孔成像情形。圖六、七中，學生則同時使用文字以及針孔成像裝置的簡圖，來呈現其進行實驗活動時所收集到的數據與發現。



活動記錄一：請說明你是如何透過底部有小孔的洋芋片空筒，觀察到教室外遠處的景物？

找較亮的地方，把洋芋片空筒當成望遠鏡一樣觀察，注意要用手擋住空筒和眼睛的接縫，否則容易看到自己的眼鼻，如此就能看到清楚的影象。

活動記錄二：你所觀察到的景物和原來的景物有何變化？

	亮度	大小	影象呈現方向
原景	較亮	較大	以原景為準
觀察到的景物	較不亮	較小	左右相反 上下顛倒

活動記錄三：在課前體驗活動過程中，你是否有特別的作法或新奇的發現可以和大家分享呢？

特別作法：為了清楚測量描圖紙上的火燭影象，我們在描圖紙上做刻度，這樣就能測量到描圖紙的數據。

☆完成課前體驗活動者請組長於此處簽名：

新奇發現：把紙杯移到最內側所看到的不是火燭影象而是和孔洞相同大小的光點。

圖四、學生能以表格與圖形呈現其所習得的概念

活動記錄一：請說明你是如何透過底部有小孔的洋芋片空筒，觀察到教室外遠處的景物？

找較亮的地方，把洋芋片空筒當成望遠鏡一樣觀察，注意要用手擋住空筒和眼睛的接縫，否則容易看到自己的眼鼻…如此就能看到清楚的影像。

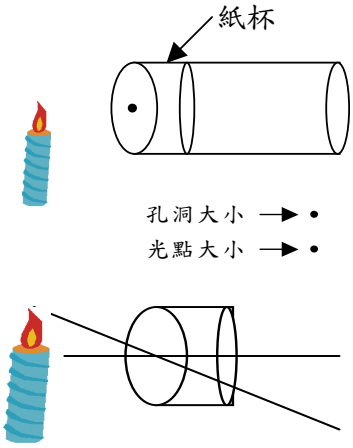
活動記錄二：你所觀察到的景物和原來的景物有何變化？

	亮度	大小	影像呈現方向
原景	較亮	較大	以原景為準
觀察到的景物	較不亮	較小	左右相反上下顛倒

活動記錄三：在課前體驗活動過程中，你是否有特別的作法或新奇的發現可以和大家分享呢？

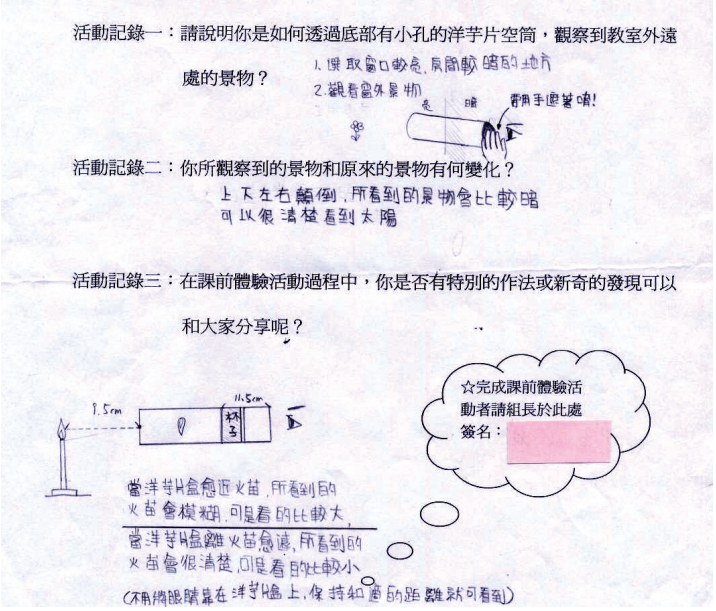
特別作法：為了清楚測量描圖紙上的火燭影像，我們在描圖紙上做刻度，這樣就能測量到描圖紙的數據。

新奇發現：把紙杯移到最內側，所看到的不是火燭影像，而是和孔洞相同大小的光點。



因為紙杯越前進影像越小，所以到底部時，也就和孔洞同樣大小了。

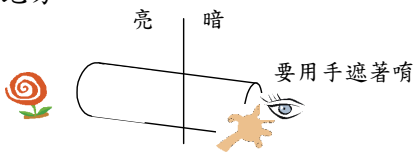
圖五、圖四內容謄錄



圖六、學生能以文字與圖形呈現其所習得的概念

活動記錄一：請說明你是如何透過底部有小孔的洋芋片空筒，觀察到教室外遠處的景物？

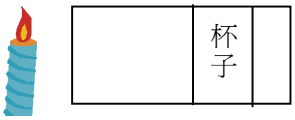
1. 選取窗口較亮，房間較暗的地方
2. 觀看窗外景物



活動記錄二：你所觀察到的景物和原來的景物有何變化？

上下左右顛倒，所看到的景物會比較暗
可以很清楚看到太陽

活動記錄三：在課前體驗活動過程中，你是否有特別的作法或新奇的發現可以和大家分享呢？



當洋芋片盒愈近火苗，所看到的
火苗會愈模糊，可是看的比較大
當洋芋片盒離火苗愈遠，所看到的
火苗會很清楚，可是看的比較小
（不用將眼睛靠在洋芋片盒上，
保持合適的距離就可以看到）

圖七、圖六內容的謄錄

參、結論

本研究所設計的針孔成像裝置，係利用生活中常見且丟棄不用的素材製作而成，製作方式相當簡單，學生可以自行完成，而且餅乾罐的材質難以透光，教師不用花費時間特地佈置暗室，學生可以直接在教室裡面進行操作與觀察，不僅能增添科學學習的趣味性，以提昇學生的學習意願。同時，透過探究教學的歷程，學生能實際使用針孔成像裝置進行觀察，並從中歸納出針孔成像的現象，包括：成像大小、清晰度、位置等概念，甚且，在探索影響針孔成像大小因素的過程中，學生能自行訂定操作變因與控制變因，並設法測量成像的大小，以歸納出影響成像大小的因素，以及物距（或像距）和成像大小之間的關係等。所以，此一針孔成像裝置與探究教學方式，將能藉供中小學科學教師作爲教學上的參考，用以協助學生理解針孔成像的原理，以及培養進行科學探究的能力。

肆、參考文獻

陳均伊（2006）：**以合作專業成長模式協助二位科學教師實施探究教學之個案研究**。國立彰化師範大學科學教育研究所博士論文，未出版。

教育部（2003）：**國民中小學九年一貫課程總綱綱要**。台北：教育部。

American Association for the Advancement of Science. (1989). *Science for all Americans: A Project 2061 report on scientific literacy goals in science, mathematics, and technology*. Washington, DC: Author.

American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.

Martin-Hansen, L. (2002). Defining inquiry: Exploring the many types of inquiry in the science classroom. *The Science Teacher, 69*(2), 34-37.

Minstrell, J. & van Zee, E. H. (2000). *Inquiring into inquiry learning and teaching in science*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.

National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academic Press.

National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.

Roehrig, G. H. & Luft, J. (2004). Constraints experienced by beginning secondary science teachers in implementing scientific inquiry lessons. *International Journal of Science Education*, 26, 3-24.

Thompson, S. L. (2003). *Development of a framework to measure science teachers' inquiry perceptions and practices*. ERIC Document Reproduction Service No. ED 472 970.