

國小自然科學教材教學的設計原則：

以「熱傳播」單元原型為例

黃茂在、吳敏而、林秋麗、陳靜宜

教學模組亮點

- 一、Inquiry and Practice：以結構式的探究 (Structured inquiry)、引導式的探究 (Guided inquiry) 以及開放式的探究 (Open inquiry)，循序漸進引導學生走入探究學習。
- 二、Science Reading：提供科學閱讀素材，作為探究的出發點，培養學生應用科學資訊解決問題的能力。提供閱讀策略指導，讓學生「透過閱讀學習」，為自主學習打穩基礎。
- 三、Design Based Research (DBR)：以「設計取向」(design based research approach)為教材原型研發的協同研究模式，先由團隊共同設計、反覆試教及修改，再研擬單元文本及教學之設計原則。
- 四、Design Principle & Prototype：依設計原則試編「熱傳播」教學單元，作為研發的教材原型。

「熱傳播」單元的設計

主題

0-1 煙燻趣！
熱是甚麼？

0-2 探索活動：
搓搓「熱」？

活動一

1-1 活動一：
熱從哪裡來？

1-2 讀一讀：
熱是一種
能量

1-3 讀一讀：
東西怎麼
變熱

1-4 閱讀策略：
怎麼讀出因
果關係？

1-5 讀一讀：
溫度跟熱
能有什麼
不同？

活動二

2-1 活動二：
熱到哪裡去

2-2 讀一讀：
熱是怎麼
移動的？

2-3 讀一讀：
熱傳導有
哪些例子？

2-4 讀一讀：
熱對流有
哪些例子？

2-5 結構式探究：
熱怎麼影響
不同的物質？

2-6 探究技能：
變因控制

2-7 引導式探究：
熱如何影響
空氣的流動？

2-8 讀一讀：
熱輻射有
哪些例子？

2-9 引導式探究：
黑色杯和白色
杯，哪個吸
熱強？

活動三

3-1 活動三：
怎麼控制熱
傳播？

3-2 想一想：
哪個雪人溶
得快？

3-3 讀一讀：
哪些物質是
良導體？

3-4 讀一讀：
怎麼減少熱
傳播？

3-5 引導式探究：
如何保冰？

3-6 讀一讀：
怎麼增加熱
傳播？

3-7 開放式探究：
太陽能熱水瓶

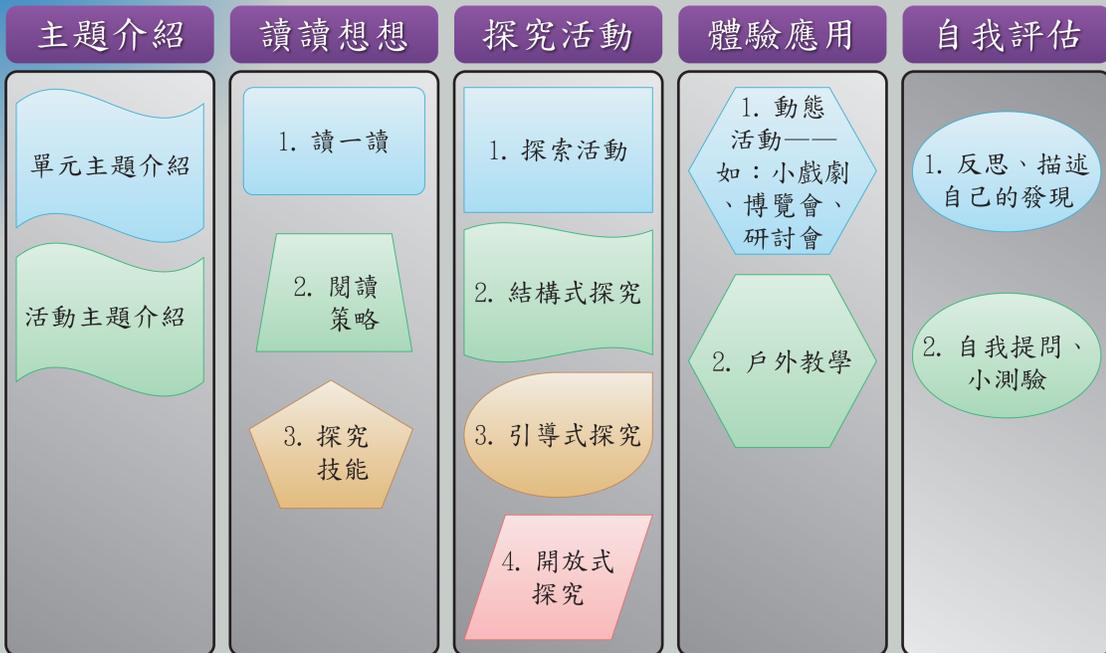
總結

4-1 校外教學：
參觀磚窯

4-2 反思、描述
自己的發現

4-3 自我提問、
小測驗

學生課本單元組織的設計原則



Design Principle設計原則的功用：

1. 幫助研究者研發教材原型。
2. 幫助編撰教科書的工作者自我檢核。
3. 設計原則的概念開闢了審查者和教科書編者的溝通管道。相對於目前的評鑑規準，設計原則的規範性較低、建設性較高。
4. 設計原則是一種討論標準和要求的溝通方法，也適合用來幫助教師設計和執行教學活動。相對於教案示例，原型的例子增加了師生互動的原則，在辨別結構式探究和引導式探究的操作特別有效。

Structured Inquiry結構式探究的例子

探索活動

熱怎麼影響不同的物質？

我本來就知道：蠟加熱會熔化。
金屬加熱會變燙。
金屬會傳熱。

我還想知道：不同的金屬傳熱，會不會一樣快？

材料：銅尺 鋁尺
蠟燭 酒精燈
支架 火柴棒
計時器

探索過程

1. **預測** 哪一把尺傳熱比較快？銅尺還是鋁尺？
2. **測量** 把火柴棒立在兩把尺上：將蠟燭點燃，將第一滴蠟油滴在距離尺一端約3公分處，每隔3公分再滴上第二、第三、第四滴，並分別立上火柴棒。
3. **實驗** 點燃酒精燈，分別將滴上蠟油的銅尺和鋁尺的前端放在火焰上加熱。為了安全，利用支架將尺的末端固定起來。加熱時避免手晃動或被燙傷。
4. **觀察** 紀錄每根火柴棒倒下來的時間。
5. 熄滅酒精燈。

解釋資料

1. 加熱過程中觀察到哪些現象？和預測一樣嗎？
2. 寫下或畫下你所觀察到的現象，跟小組夥伴分享。
3. **推論** 為什麼銅尺和鋁尺離酒精燈的距離要相同？
4. **結論** 試著解釋竹木竹一中觀察到的現象。

結構式探究的設計原則：

- 探究問題——用探究問題作標題，以引出好奇、點出探究目的。
- 應用已知——先標出已知，讓學生知道可以從那些角度思考問題。
- 操作步驟——列出操作步驟和記錄的項目，讓讀者獨立操作或合作完成。
- 探究技能——凸顯出探究活動每個操作步驟所用的技能名稱，讓學生認出各探究技能的應用。
- 討論與解釋——結構式探究的目的是要引起討論，不是為了答案和知識，所以語氣要重視學生的解釋，幫助老師保持開放的態度。

Guided Inquiry引導式探究的例子

引導式探索活動

熱如何影響空氣的流動？

我本來就知道：1. 蠟燭點燃會產生熱
2. 空氣流動會使紙蛇轉動

材料：蠟燭、線、紙蛇

我還想知道：怎樣用紙蛇的轉動了解熱空氣的對流？

實驗前的探索

1. **觀察** 剪出紙蛇，用線拉著，動手操作幾種不同的方式，讓紙蛇動起來。
推論 什麼原因讓紙蛇轉動？怎樣做會讓紙蛇轉動得更快？
2. **觀察** 點燃蠟燭，將手在燭火四周環繞移動，觀察燭火四周溫度的差異。
推論 「熱空氣從哪裡流動到哪裡？」寫下或畫出所觀察到的現象。
3. **觀察** 將紙蛇拿著，放在燭火附近，手不要動，但要讓紙蛇動起來。注意：紙蛇不能太靠近燭火，否則會燒起來。附近先準備一桶水，以防萬一。
4. **推論** 什麼原因讓紙蛇在燭火上方不停的旋轉？試著把想法說清楚，並用一句話寫下。

設計實驗：

如何讓蠟燭上的紙蛇轉得更快

1. **假設** 寫下你的假設。
2. **變因** 列出影響紙蛇旋轉的因素。
3. **分類** 做實驗時，你要用哪一個變因來改變紙蛇旋轉的？這是你操作的變因（操縱變因）。哪些變因必須保持不變？這是你控制的變因（控制變因）。
4. **測量** 做實驗時，你怎樣測量紙蛇旋轉的速度？這個變因就是應變變因。

解釋資料

1. 依照設計，操作實驗。將觀察結果記錄下來。
2. 試著解釋實驗過程中所觀察到的現象與結果。
3. 為這個實驗下一個結論。
4. **進一步探究** 再選一個應變變因，設計另一個實驗，來了解熱對流和紙蛇的關係。

引導式探究的設計原則：

- 探究步驟——開放部份步驟給學生來決定
 1. 以結構的形式開始，把探究問題和前面的幾個步驟提出來，然後依探究練習的重點，請學生「接手」。
 2. 學生須做一個決定（如：決定測量方法）、選一個行動（如：選一個變因）、解決一個問題或設計一個實驗等等。
 3. 學生做了這些決定、設計之後，就獨立或分組完成。
 4. 整理資料、討論結果、解釋發現、檢討設計、做出結論。
- 教學目標——給學生練習特定的探究技能，不是要給具體知識或答案。具體知識讓學生透過教師說明和獨立閱讀來學習。
- 教師手冊——教師手冊告訴教師探究活動進行的前、中、後的注意事項，如：做那些學生行為的觀察、那些地方不宜幫忙或糾正、可能有哪些機會教學的時機、確保教師尊重學生的嘗試。