

# 題目：優化科學探究活動的設計，提升學生科學過程技能

許孝威先生（教育局 小學校本課程發展組）

雷韻悠老師、陳家偉老師、馮偉光老師（東華三院馬錦燦紀念小學）

## 引言

小學科學科將於 2025/26 學年正式在小一及小四推行，為了讓教師做好準備，東華三院馬錦燦紀念小學於本學年參加小學科學科/常識科校本支援服務，在支援人員指導下，選擇了四年級的兩個常識科課題，對其教學設計進行優化，以更有效地培養學生的科學過程技能，主要的科學過程技能包括觀察、進行實驗、傳意等（課程發展議會，2017）。Amanda McCrory（2017）指出，科學過程技能是學生明白科學概念的基石，並能通過科學探究的過程中得以培養。根據《科學（小一至小六）課程框架》，在小學階段，教師可通過「提問和規劃」（Plan）、「實施和記錄」（Do）、「整理和分析」（Analyse）、「表達和反思」（Review）四個步驟(PDAR)，引導學生進行科學探究（課程發展議會，2024）。因此，教師以(PDAR)四個步驟為基礎設計學習活動。通過這些活動的設計及實施，增強了教師設計和帶領科學探究活動的技巧。

## 科學探究活動一：食物測試

在四年級常識科教授營養素的課題中，支援人員和教師共同設計了有關食物測試的科學探究活動，讓學生體驗如何以科學方法測試食物內是否含有不同營養素，深化學生對各類食物所含營養素的認識，並通過比較實驗結果，讓學生了解科學實驗的限制。教師選定了三個適合小學生的實驗，學生需要將食物進行簡單處理，例如將固體食物樣本研爛及加入水，再以濾紙測試脂肪及尿糖，以尿蛋白試紙測試糖（葡萄糖）和蛋白質。



圖一：學生正在進行食物測試

在設計實驗活動時，支援人員帶領教師思考實驗設計，並和教師一起試行實驗，改善實驗設計，包括如何設定探究題目和進行實驗後的討論等。

探究題目以貼近學生生活為考量，將食物測試連繫學生生活，以測試早餐的營養素為題，提升學生的學習興趣。在實驗活動前，安排學生蒐集早餐食物的營養標籤作為預習，並以此讓學生初步分析同學的早餐是否合乎健康飲食的要求，作出有根據的預測，以配合「提問和規劃」（P）內對探究結果作出預測的部分。

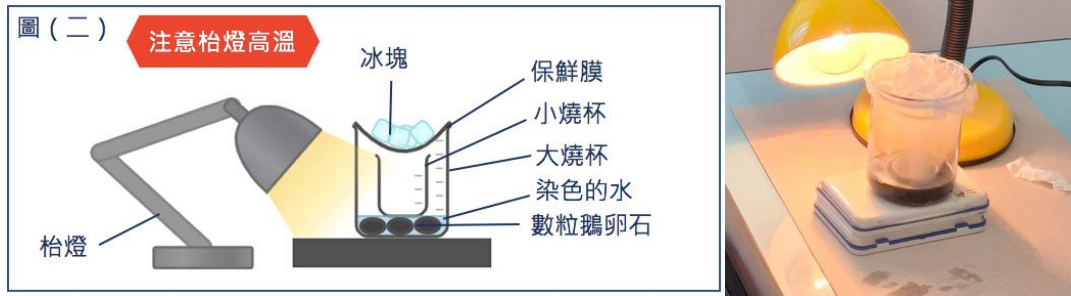
為了讓學生掌握實驗所需的技巧，順利完成實驗，教師需要詳細示範，以及在測試過程中提供適當的指導。學生對活動感興趣，積極投入實驗，在嘗試中逐步掌握正確使用實驗器材等實驗技巧，並注意到實驗安全（如不能吃實驗材料）的重要性。在實驗過程中，學生能夠分工合作，共同完成實驗任務，並利用教師提供的表格記錄實驗結果，培養相關的科學過程技能。懂得利用工具進行科學探究活動及記錄實驗結果，正是「實施和記錄」（D）步驟中學生需要掌握的重要技能。

在完成實驗後，教師和學生進行深入討論，幫助他們整理和分析實驗結果，培養他們的分析能力和科學思維，提升他們對科學知識的理解。針對是次實驗，支援人員和教師討論後，設計了幾道討論問題，引導學生思考。首先，讓學生比較不同食物的實驗結果，並對照營養標籤，帶出應從均衡飲食的角度，討論食物是否對身體有益。其次，從測試無糖飲料的結果，引導學生思考食物添加劑的問題。此外，教師詳細和學生分析不符合預期的實驗結果，例如未能在牛奶中測試出脂肪及在無糖汽水中測試出含有糖分的情況，探討實驗的限制及實驗過程可能出現的錯誤，以提升學生有關「整理和分析」（A）和「表達和反思」（R）的能力。最後，通過反思實驗結果及設計健康餐單，讓學生回顧實驗所遇到的困難，並運用均衡飲食的概念設計餐單，鼓勵他們養成健康的飲食習慣。

## 探究活動二：水循環實驗

根據教師觀察，雖然學生對「動手作」的活動感興趣，但他們大多不理解實驗背後的原理，而教師過往也較少安排學生進行模擬實驗，因此參考教育局的學與教資源《水如何周遊世界？》（教育局科學教育組，2024），安排水循環的模擬實驗，製作實驗模型以檢視海水蒸發、凝結及降水等過程。此外，Michael J. Padilla（1990）認為建構模型（Formulating Models）屬於較高階的科學過程技能（Integrated Science Process Skills），實驗中也有助培養學生此技能。實驗前，教師指導學生在課前蒐集有關水循環的資料，讓他們對水循環有基本認識。課堂開始時，教師以問題引入主題——「汽水蒸發升上天空後，下雨時會否落下汽水？」，從學生的生活經驗出發，通過「提問和規劃」（P）的過程，激發他們的思考與好奇心，培養學生觀察自然現象和事物的變化，以及作出預測等技能。

由於實驗的設置較為繁複，在第一班施教時，實驗進行過程出現混亂。經過討論反思後，教師對實驗作出優化，例如因應學生未能順利設置實驗裝置，教師不再讓學生一口氣完成實驗設置，改為分階段進行，在確保學生完成前面的步驟後，才進入下一步驟，讓學生慢慢掌握如何按實驗步驟設置實驗。



圖二：水循環實驗設計圖及學生所完成的實驗設置

中華人民共和國教育部（2022）指出，「能分析、解釋簡單模型所涉及的各個要素及結構，通過分析、比較、綜合等方法，抓住簡單事物的本質特徵，使用模型解釋有關的科學現象和過程」為學生科學思維的核心素養特徵。因此在設計活動時，支援人員帶領教師思考如何協助學生理解實驗原理，如實驗如何模擬大自然的水循環。就此，教師需要與學生討論實驗的各項設置，例如實驗模型中的不同部分對應水循環的相應部分；實驗中使用冰塊和熱水的原因等，以加深學生對實驗的理解。

除了讓學生通過實驗了解實驗結果外，支援人員和教師也探討如何在過程中提升學生的觀察能力和分析能力等科學過程技能，以此角度優化探究過程，例如請學生定時拍照並記錄實驗結果，並在觀察到的結果與預期結果不符時與同學進行討論，分析背後的原因，以此「實施和記錄」（D）的過程，提升學生觀察記錄等科學過程技能。

實驗完成後，教師需要和學生「整理和分析」（A）實驗結果，例如如何以科學知識解釋實驗觀察，並將此與大自然真實情況連繫起來，深入了解此實驗模型的運作。過程中，教師亦提供充足機會，讓學生描述及解釋整個水循環的過程，培養學生「表達和反思」（R）的能力。教師亦會指出實驗有趣的地方，例如染色的水蒸發後，在保鮮膜和小燒杯內得出的水是無色的，以進一步引發學生的思考和好奇心。

## 總結

以上兩個科學探究活動融入了科學科的多項課程設計原則，包括將學生日常生活經驗與學習連繫；通過實驗活動，培養學生對科學的好奇心和學習興趣；以及強調學生在「動手」的同時也要「動腦」，並透過實驗後的討論，培養學生探究和解決問題的能力。

教師經過設計及施行上述兩個科學探究活動後，除了更掌握如何帶領科學探究活動，也加深了教師對科學科課程理念的掌握，包括着重培養學生的好奇心、探究精神，培養他們實踐和解難等能力。學校會繼續通過安排教師培訓和善用共備，設計科學探究活動，培養學生科學過程技能。此外，教師反思到學校在課時等方面也需要作出配合，例如安排足夠時間讓學生完成時間較長的科學探究活動。

總括而言，PDAR 是科學探究的步驟，教師可以於不同類型的學習活動，例如資料蒐集、觀察等，思考如何加入PDAR的步驟，優化教學設計。以該校為例，學校現時於小息時段安排了不同的趣味小實驗，提升學生對科學的興趣，就此，教師可以在活動中適當地加入預測、觀察、討論等部分，進一步培養學生的科學過程技能。

## 參考資料

課程發展議會（2017）。*科學教育學習領域課程指引(小一至中六)*。香港：課程發展議會。取自 [https://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/kla/science-edu/SEKLACG\\_CHI\\_2017.pdf](https://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/kla/science-edu/SEKLACG_CHI_2017.pdf)

課程發展議會（2024）。*科學（小一至小六）課程框架（定稿）*。香港：課程發展議會。取自 [https://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/kla/science-edu/pri-sci/Pri\\_Sci\\_Curriculum\\_Framework.pdf](https://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/kla/science-edu/pri-sci/Pri_Sci_Curriculum_Framework.pdf)

中華人民共和國教育部（2022）。*義務教育科學課程標準*。中華人民共和國教育部。取自 <http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/202204/W020220420582355009892.pdf>

教育局科學教育組（2024）。*小學科學科探究活動學與教資源—水如何周遊世界？*取自 <https://psresource.edb.edcity.hk/exploration-activity/water-around-us/>

Michael J. Padilla (1990). *The Science Process Skills*. National Association for Research in Science Teaching. Retrieved from <https://narst.org/research-matters/science-process-skills>

Amanda McCrory (2017). *Scientific enquiry and engaging primary-aged children in science lessons Part 1*. The Journal of Emergent Science Issue 13 Summer 2017. Retrieved from [https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1574818/7/McCrory\\_jes-13-summer-2017.pdf](https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1574818/7/McCrory_jes-13-summer-2017.pdf)