

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

教師組 教案表單與學習單

教案設計者：連晉仁																				
課程領域：自然科學																				
<input type="checkbox"/> 物理 <input type="checkbox"/> 化學 <input type="checkbox"/> 生物 <input type="checkbox"/> 地球科學 <input type="checkbox"/> 科技領域 <input checked="" type="checkbox"/> 其他：探究技能培養																				
教案題目：																				
研究題目怎麼定？從復刻到定好題																				
授課時數：																				
共 5 節，每節 40 分鐘。																				
教案設計理念與動機：																				
<p>探究能力包含：觀察與定題(po)、計劃與執行(pe)、分析與發現(pa)、討論與傳達(pc)，而探究的歷程通常起始於發現問題與擬訂研究計畫，屬於較高層次的認知能力(創造、評鑑)，在教學中不易掌握；實驗操作、結果分析及表達則屬於較基礎之認知能力(理解、應用、分析)，經練習後較容易精熟(林春煌，2020)。因此，教學者通常略過較不易掌握的高層次能力，以食譜式實驗訓練學生較基礎的探究能力。然而，食譜實驗大多導向相同的實驗結果，較無探究的樂趣，且學生也較難體驗到完整的探究歷程。</p> <p>本課程參考邱美虹(鍾曉蘭，2014)提出之 POEC(Prediction 預測、Observation 觀察、Explanation 解釋、Comparison 比較) 教學模式，設計一系列有關製作麵糰擦拭鉛筆筆跡的實驗，帶領學生從探究活動的基礎操作，逐步進展到能自行提出好的探究問題。三個階段的活動設計依序為(詳如表 1)：</p>																				
表 1：POEC 實驗活動設計理念																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>預測 (P)</th> <th>觀察 (O)</th> <th>解釋 (E)</th> <th>比較 (C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>對自製麵糰對鉛筆筆跡的擦拭效果進行預測。</td> <td>將成品進行擦拭測試並觀察。</td> <td>說明擦拭效果與預測結果不同之處。</td> <td>比較不同擦拭效果，引導學生認識數據化的概念。</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>改變麵糰澱粉的比例，請學生提出何種配方可能有較好的擦拭效果。</td> <td>將成品進行擦拭，並記錄紀錄實驗數據。</td> <td>根據實驗結果，討論不同比例麵糰影響擦拭效果的可能原因。</td> <td>引導學生思考影響擦拭效果的其他變因。</td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>以『粉』為主題，請學生提出 3 個適宜探究的科學問題。</td> <td>學生發表所發想的探究問題。</td> <td>引導歸納出較好的探究問題，學生擇一進行實驗設計。</td> <td>比較同一探究問題所做的不同規劃，進行同儕互評。</td> </tr> </tbody> </table>		預測 (P)	觀察 (O)	解釋 (E)	比較 (C)	I	對自製麵糰對鉛筆筆跡的擦拭效果進行預測。	將成品進行擦拭測試並觀察。	說明擦拭效果與預測結果不同之處。	比較不同擦拭效果，引導學生認識數據化的概念。	II	改變麵糰澱粉的比例，請學生提出何種配方可能有較好的擦拭效果。	將成品進行擦拭，並記錄紀錄實驗數據。	根據實驗結果，討論不同比例麵糰影響擦拭效果的可能原因。	引導學生思考影響擦拭效果的其他變因。	III	以『粉』為主題，請學生提出 3 個適宜探究的科學問題。	學生發表所發想的探究問題。	引導歸納出較好的探究問題，學生擇一進行實驗設計。	比較同一探究問題所做的不同規劃，進行同儕互評。
	預測 (P)	觀察 (O)	解釋 (E)	比較 (C)																
I	對自製麵糰對鉛筆筆跡的擦拭效果進行預測。	將成品進行擦拭測試並觀察。	說明擦拭效果與預測結果不同之處。	比較不同擦拭效果，引導學生認識數據化的概念。																
II	改變麵糰澱粉的比例，請學生提出何種配方可能有較好的擦拭效果。	將成品進行擦拭，並記錄紀錄實驗數據。	根據實驗結果，討論不同比例麵糰影響擦拭效果的可能原因。	引導學生思考影響擦拭效果的其他變因。																
III	以『粉』為主題，請學生提出 3 個適宜探究的科學問題。	學生發表所發想的探究問題。	引導歸納出較好的探究問題，學生擇一進行實驗設計。	比較同一探究問題所做的不同規劃，進行同儕互評。																
<p>第一階段-『復刻麵糰擦』：食譜式地仿作科展優秀作品，藉由比較擦拭效果引出科學數據化的概念，並進行圖像處理軟體的操作教學；第二階段-『擦拭效果比一比』：結構化地將研究題目定在不同比例的澱粉對擦拭效果的影響，藉由比賽的形式催化學習動機，並繼續加強學生在探究規劃、數據分析及表達分享的基本能力；第三階段-『定好題』：引導學生自由發想探究問題，歸納出好的</p>																				

探究問題具備哪些條件，並選擇一個研究問題進行**實驗規劃**，藉此評量本課程學習結果。

經過本課程三階段 POEC 整合式的探究體驗後，學生不僅從動手實作習得科學知識、實驗規劃及數據整理的能力，更能在定題的腦力激盪中增進思考智能的層次，好為下一階段的探究做好準備。

教學目標：

第一階段	一、能正確安全操作電子秤、量杯及圖像處理軟體 (ImageJ)，並進行客觀的質性觀察、數值量測並詳實記錄。
第二階段	二、能經由預測、觀察、解釋和比較的歷程，認識麵糰是由不同的物質所混合，混合前後重量不會改變，性質可能會改變，改變前後的差異可以被觀察與了解。
第二階段	三、能分析比較不同麵糰對鉛筆筆跡的擦拭效果，運用圖表及簡單數學方法整理數據。
第二階段	四、能利用口語、文字、影像、繪圖、實物等表達表達探究之過程、發現或成果。
第三階段	五、能提出適合科學探究的問題，並能依據假設設計實驗規劃。

教育對象：

國小高年級

課程設計 (方法與步驟)：

第一階段-復刻麵糰擦

► 預測 (P) -20 分鐘

1. 展示市售橡皮擦，提問：「大家的鉛筆盒裡都有這個吧？有人知道擦子是怎麼擦掉鉛筆筆跡的嗎？」以了解學生對擦子原理的先備經驗。
2. 接續提問：「那你們覺得在橡皮擦被發明以前，人們寫錯字時該怎麼辦呢？」視學生回答情形，補充閱讀文本【參考資料 1】，直到學生能回答出：麵包。
3. 「最近剛好有幾位國小學生在研究如何用麵糰製作擦子。我們來看看他們是怎麼做的吧！」同步發下閱讀文本【參考資料 3】，引導學生找出文中麵糰擦的配方和製作方法。
4. 提問：「你們認為麵糰真的能擦掉鉛筆筆跡嗎？」請學生將對科展作品的看法寫在學習單上。

► 觀察 (O) -25 分鐘

1. 展示製作麵糰擦所需材料並示範製作乙次：
 - (一) 以電子秤量測所需材料 (中筋麵粉 100 克、樹薯粉 100 克、食鹽 50 克)，一一倒入揉麵盆中，攪拌均勻。
 - (二) 以量杯量測 $65\pm 5^{\circ}\text{C}$ 溫水 100 毫升，倒入揉麵盆中，攪拌均勻。
先以矽膠棒攪拌，待溫度較低時再以手揉。提醒學生小心燙傷。
 - (三) 將揉勻的麵糰分取適當大小，一一放入模具中壓模成型。
 - (四) 將 180 毫升自來水倒入電鍋，放入蒸架及烘焙紙，將麵糰整齊鋪排，蓋上鍋蓋蒸煮。
 - (五) 取出麵糰，靜置 1 天後即可使用。
2. 步驟四蒸煮等待過程時，教師指導學生同步製作麵糰擦，並提醒電子秤及量杯正確操作方式。

3. 下一節課堂開始，發下 A4 紙請學生以鉛筆肆意塗鴉，測試麵糰擦的擦拭效果。

各組學生觀察擦拭情形，發現：

- (一) 當麵糰較乾硬時，紙張容易擦破。
- (二) 當麵糰較軟黏時，在擦拭過的地方會有些許麵糰殘留。
- (三) 麵糰具有擦拭效果，但效果不及市售橡皮擦。
- (四) 麵糰不像市售橡皮擦能脫屑，容易越擦越黑。

► **解釋 (E) -10 分鐘**

1. 每組點選 1 位學生發表各組所製作麵糰擦的擦拭效果。

2. 引導學生分析各種不同擦拭情形的可能原因，並寫在學習單上。學生可能回答：

- (一) 麵糰過於軟黏的可能原因：搓揉技巧不佳，中途又再加水進去。
- (二) 麵糰軟硬不同的可能原因：
 - (1) 所加入的材料數量不精確。
 - (2) 揉麵糰的方式不同。
 - (3) 蒸煮麵糰所加入電鍋的水量不同。
 - (4) 電鍋內水滴低落在麵糰上的水量不同。

3. 師生共同歸納麵糰擦拭效果較佳的可能原因：

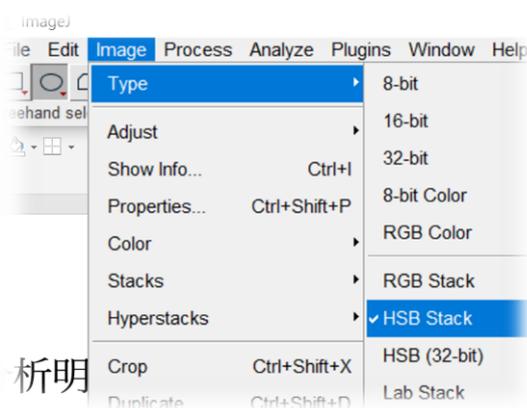
- (一) 不同的澱粉性質不同。
- (二) 水量及搓揉方式會影響麵糰的成型與軟硬度。
- (三) 麵糰軟硬需適中，太硬紙張容易破損，太軟麵糰容易碎裂或沾黏。
- (四) 麵糰擦拭後須產生脫屑，否則經多次擦拭後石墨不斷累積黏附在麵糰上，擦拭效果將持續降低。

► **比較 (C) -20 分鐘**

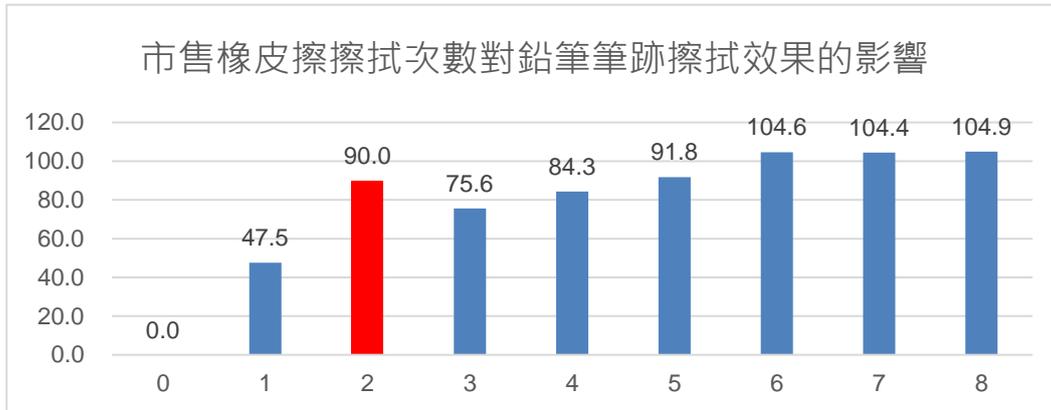
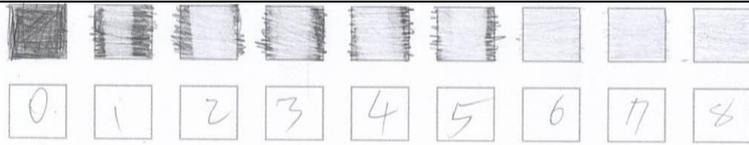
1. 藉由學生討論哪一組所製作的麵糰擦拭效果何者較好的話題，將「實驗結果數值化」的概念引入：若沒有合理的數據作為佐證，將無法客觀判斷實驗的結果。

2. 說明並示範影像分析軟體 ImageJ 分析圖像明亮度的步驟：

- (一) 將要分析的圖掃描成 jpg 檔
- (二) 執行 ImageJ 程式
- (三) 將圖片拖曳到 ImageJ 視窗
- (四) 轉換成 HSB 模式：Image -> Type -> HSB stack
- (五) 把游標拉到最右邊的 B(brightness, 亮度)
- (六) 選取分析範圍：(1) 擦拭前；(2) 擦拭後
- (七) Analyze -> Measure -> 跳出結果視窗
- (八) 將擦拭前後的明亮度數值相減，差值越大表示
擦拭效果越好。



3. 引導學生練習操作 ImageJ 分析各自鉛筆盒內市售橡皮擦擦拭次數對擦拭效果的影響，如下圖：



4. 引導學生分析實驗數據較不合理的地方(如上圖紅標),並歸納「數值化」在科學領域的重要性。

第二階段-擦拭效果比一比

➤ 預測 (P) -20 分鐘

1. 將實驗子題定在「澱粉比例」對麵糰擦拭效果的影響。
2. 引導各組學生將假設、操作變因、應變變因、控制變因、實驗步驟寫在海報上。
3. 進行組間巡視,確實掌握各組學生對變因的理解程度。

➤ 觀察 (O) -15 分鐘

1. 各組製作麵糰擦,引導學生將製作過程所觀察到的紀錄在學習單上。
2. 引導討論:不同澱粉的比例是否會影響麵糰成型?學生觀察發現:
 - (一) 樹薯粉佔澱粉比例越高時,水一下就乾了,較無法成糰。
 - (二) 中筋麵粉佔澱粉比例越高時,越好搓揉成糰。

➤ 解釋 (E) -15 分鐘

1. 將未能成功做出麵糰的組別平均併入做出麵糰的組別,並引導新組別重新分配小組分工。
2. 各組製作麵糰擦擦拭結果實驗圖表,繪製海報並進行發表。
3. 引導學生在報告時需說明實驗結果與原先的假設的關係。

➤ 比較 (C) -10 分鐘

1. 觀看【參考資料 5】影片,補充有關澱粉筋性、直鏈澱粉等學科知識。
2. 師生歸納:影響麵糰擦拭效果的原因還有很多,除了澱粉的種類外,「搓揉方式」、「水量」、「加熱方式」等變因都還需要進一步實驗才能得知。

第三階段-定好題

➤ 預測 (P) -10 分鐘

1. 請學生提出以「粉」為主題的探究題目,寫在學習單後,交給小組同學寫下回饋,共進行 3 輪。

2. 過程中提醒：可以繼續探究「麵團擦」，也可以改變主題，只是要和「粉」有關。

➤ **觀察 (O) -15 分鐘**

1. 請各組從數個題目中，挑選一個最合適的寫在便利貼上並張貼於黑板。

2. 鼓勵學生針對別組的探究題目提出質疑或建議。學生可能提出：

- (一) 看不出操作變因 / 應變變因是什麼。
- (二) 上網查資料就知道，不用再做實驗了。
- (三) 題目不屬於自然科學類，不是用做實驗的方式解答，而是用訪談或問卷。
- (四) 實驗結果難以數值化，無法比較。
- (五) 問題範圍過大，當前現有的資源難以解決。

➤ **解釋 (E) -20 分鐘**

1. 引導各組修正探究問題，並根據探究問題寫出假設、操作變因、應變變因、控制變因、實驗步驟。

2. 撰寫過程中，強調應變變因必須要是可測量的數據，複習數值化的概念。

3. 各組分享實驗設計，引導他組給予建議及看法。

➤ **比較 (C) -20 分鐘**

1. 將題目較相似的實驗設計投影在螢幕上，討論何者的實驗設計較為完整，評量此單元的學習成果。

2. 給予各組回饋，並針對本單元中的重要科學概念進行設計評量。

學習評量內容

研究題目怎麼定？從復刻到定好題 學習單

第_____組，姓名：_____

第一階段-復刻麵糰擦

預測	觀察	解釋
麵糰能擦掉鉛筆筆跡嗎？ [我推測]：	成品擦擦看！ [我發現]：	明明是一樣的配方，擦起來的效果怎麼不一樣？ [我認為]：

第二階段-擦拭效果比一比

預測	觀察	解釋
改變澱粉比例試試看！ 中筋澱粉_____g；樹薯粉_____g 比例為_____：_____，會比 1:1 的 效果更好，因為…… [我推測]：	實驗步驟： 一、 二、 三、 四、 五、 [我發現]：	數據圖表： [我認為]：

第三階段-定好題

一、寫出3個「粉」適合探究的題目

題目	組員評語
1.	1.
2.	2.
3.	3.

二、選出最好的探究問題

題目	檢核
	<input type="checkbox"/> 需要設計實驗 <input type="checkbox"/> 能分析實驗結果 <input type="checkbox"/> 現有資源可以解決

三、實驗設計

項目	內容	
研究目的	在這個實驗裡，我想了解：	
研究假設 尚未實驗， 先猜結果。		
操縱變因 實驗中唯一 要改變的因素	實驗組	對照組
控制變因 實驗中 維持不變的因素		
應變變因 所預測的實驗結果	實驗組	對照組
實驗器材		
實驗步驟		
<ul style="list-style-type: none"> ■ 條列式 ■ 步驟清楚明確 ■ 要有實驗組和對照組 		

綜合討論

好的探究題目具備甚麼條件？

實驗設計時我容易忽略甚麼？

研究題目怎麼定？從復刻到定好題 評量試題

班級：____年____班；座號____；姓名：_____

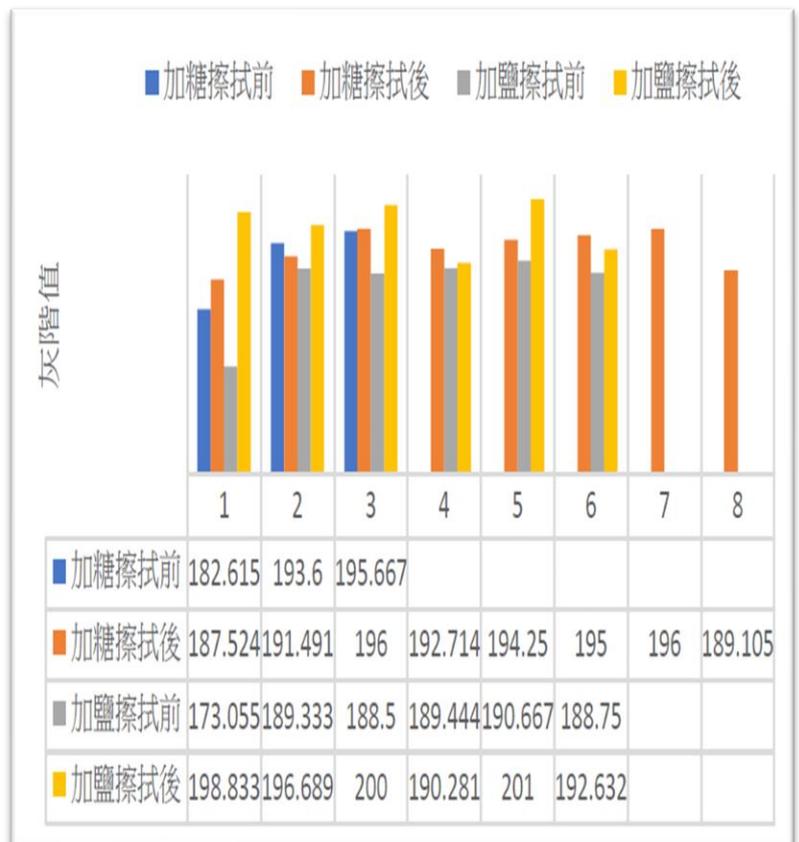
右圖是大雄用不同成分自製的麵糰擦對鉛筆筆跡擦拭後所繪製的實驗圖表（※ 灰階值愈高表示愈白），請問：

一、 這個實驗的操作變因是什麼？

二、 這個實驗的應變變因是什麼？

三、 8 筆實驗數據中，能比較差異的有幾筆？

四、 承上題，請將能比較差異的那些數據畫出更容易判讀的圖表。



五、 加入哪一種成分的麵糰擦拭效果比較好？為甚麼？

(上圖擷取自參考資料 3)

參考資料：

1. 人人焦點 (2020 年 12 月 18 日)。橡皮擦去鉛筆字,為什麼擦不掉原子筆和鋼筆字,科學原理是這樣。
<https://ppfocus.com/0/fa4c7d7f7.html>
2. 高雄市課程督學林百鴻 (2020 年 6 月 7 日)。臺北市立大理高中林春煌老師 探究式教學食譜、結構、引導整合方案 以蝶豆花探究為例。
<https://www.youtube.com/watch?v=AvGbtrfHkg4>
3. 張芸瑄、陳媯湊、鄭安喬 (2021)。DIY 天然粉好擦。中華民國第 61 屆中小學科學展覽會作品說明書。
4. 鍾曉蘭 (2014 年 7 月 12 日)。差異化教學化學科示例—POEC 策略。
<http://chemed.chemistry.org.tw/?p=2055>
5. 龍龍開烤箱 (2020 年 9 月 5 日)。高筋麵粉和低筋麵粉的差別？無麩質米穀粉是什麼？廚房常用粉類大補帖。
<https://www.youtube.com/watch?v=g1k0rj2sb6c>