# 親師生一起 FUN 科學～當珍珠粉圓遇上 STEAM

文／廖素禎

## 前言

12 年國民基本教育課程綱要總綱中說明素養指人在適應現在生活和面對未來挑戰時，所應具備的知識、能力和態度，與 STEAM 所主張的學習精神符合。

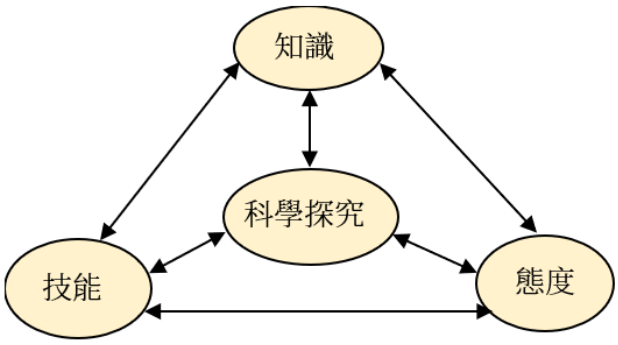


圖 1.

2011 年美國羅德島設計學院 Georgette Yakman 提出將藝術的元素加入 STEM 中變成 STEAM，使這項科學促進的教育政策融入藝術與人文的素養。STEAM 分別是 Science （科學）、Technology （技術）、Engineering （工程）、Arts （藝術） 和 Mathematics （數學） 這五個字詞組成，因此 STEAM 教育也稱作「跨學科教育」。

STEAM 蘊含的 5 大精神包含跨領域、動手做、生活應用、解決問題和五感學習，注重教育實踐，讓孩子們自己動手完成他們感興趣的且和他們生活相關的項目，更重要的是讓他們在製作過程中掌握科學、技術、工程、藝術和數學的學科知識以及建構起跨學科的思維能力。（趣學君，2019）

近年來筆者在進行科展實作時嘗試結合 STEAM 教學法，在探究過程中，讓學生透過架構收集文獻資料並討論分析、研擬研究架構和問題以及設計實驗和推論結果中學習將科學概念轉換成實際生活應用的研究作品，歷程中引導學生建立科學概念，培養「動手做」以及「問題解決」的能力，並以培養科學素養為目標，不論是實驗設計和數學結合，或是將美學和科學整合，皆能創造出應用於真實生活的科學作品。

2018 年暑假，筆者準備帶領國小四年級學生一起進行科學探究，起初，孩子們找了幾個題目，最後很夯的粉圓成為眾望所歸，孩子們選擇粉圓當題目的動機源自當時毒澱粉的新聞頻傳，為進一步了解市售粉圓的食安問題，讓大家可以吃到安全的粉圓，於是決定以粉圓為題進行研究，筆者心想孩子有研究動機即是好的開始。本文茲以 2019 年

高雄市中小學科學展覽作品---「圓」來如此～QQ 粉圓大作戰，和喜愛或是正想著手科學探究的教師和家長們分享。

## STEAM 的研究歷程

此次科學探究透過 STEAM 的學習模式進行探究，主在培養學生溝通合作、主動探究、解決問題與思辨的能力，以下說明之。

| | |
|---|---|
| ❖ Science（科學） | 藉由探究過程學習科學原理與方法，養成科學研究實事求是的態度。 |
| ❖ Technology（科技） | 經由探究過程學習運用電腦等資訊科技蒐集文獻、整理圖表和繕打說明書。 |
| ❖ Engineering（工程） | 嘗試解決問題，從生活中取材設計簡易的實驗裝置。 |
| ❖ Art（藝術） | 運用生活食材的色素，製作天然彩色粉圓。 |
| ❖ Mathematics（數學） | 計算實驗材料比例，運用數學統計數據資料。 |

## 預期研究成果

透過研究生活中常見的食品-粉圓，希望讓學生和家長一起參與科學實作，親近科學，感受生活中無處不科學，共同學習科學知識與原理，增進親子互動。

藉由實作培養學生具有正確的科學態度，學習小組溝通合作，擬定研究進度並能按部就班完成指定工作項目。

研究過程中，學生能蒐集資料、思辨問題、解決困難，養成獨立自主探究的能力，並學習繕打資料、設計圖表、統整數據的資訊能力。

預期研究能循序漸進解決研究者的問題，找出製作粉圓的最佳比例，並清楚揭示真假粉圓差異之處，讓消費者能用簡易的方法分辨真假粉圓，為自己的健康把關。

## 跨領域的研究架構

一、孩子們在討論後擬定研究架構，並以 X-mind 呈現。

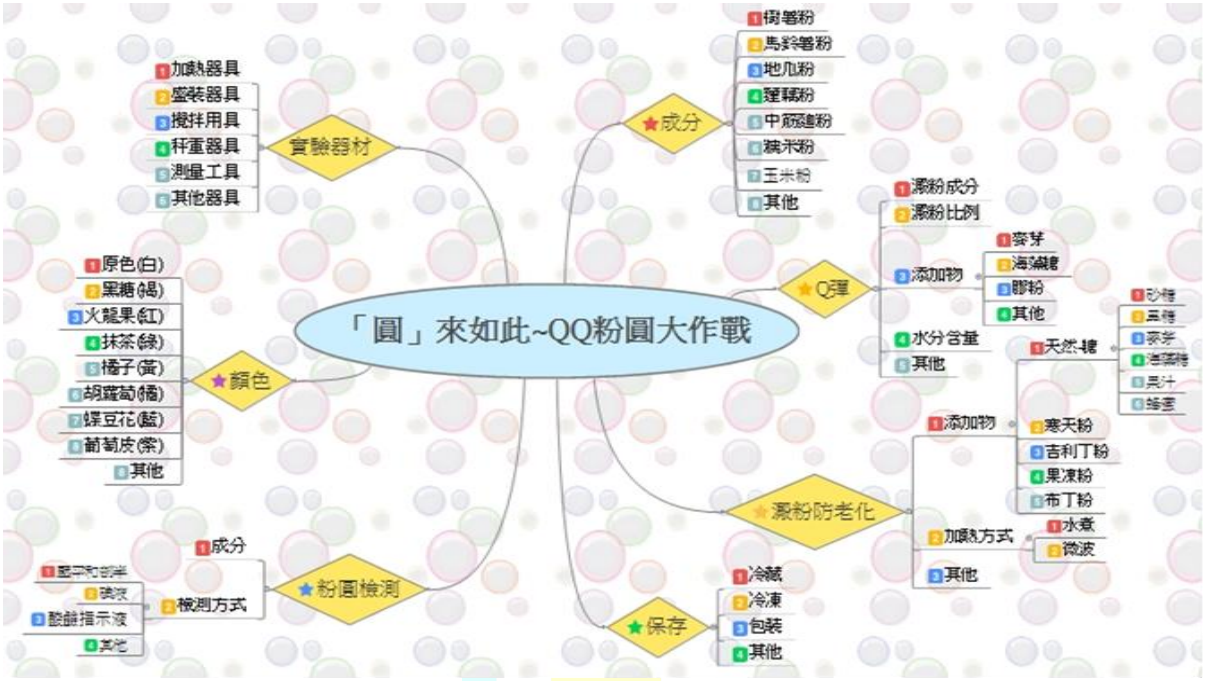


圖 2.

二、**依據研究架構擬定研究問題**

(一) 文獻探討

(二) 了解市售珍珠粉圓之差異

(三) 哪一種粉最適合做粉圓呢？

(四) 市售地瓜粉與樹薯粉之比較

(五) 比較市售與自製澱粉的不同

(六) 添加物是否會延緩粉圓老化

(七) 加糖會變 Q？？？

(八) 彩色粉圓之製作

# 動手解決研究問題

## 一、建立檢驗標準

根據文獻得知澱粉糊化會有四種型態：糊化➔糊精化➔膠化➔老化

(一) 膠化：將剛煮好粉圓，泡冷開水 5 秒，從 30cm 高讓粉圓呈自由落體掉下後，利用反彈高度來測粉圓膠體 Q 度。

圖 3. 粉圓彈性測試圖示

(二) 老化：由於澱粉老化後會形成堅硬的組織，影響反彈高度，因此澱粉老化情形，我們利用碾壓及剖面圖來觀察膠體與粉體結晶化構造比例。

1. 碾壓（以重物輾壓）

圖 4. 以重物輾壓

2. 剖面圖

粉圓老化比率= 老化直徑÷粉圓直徑×100%

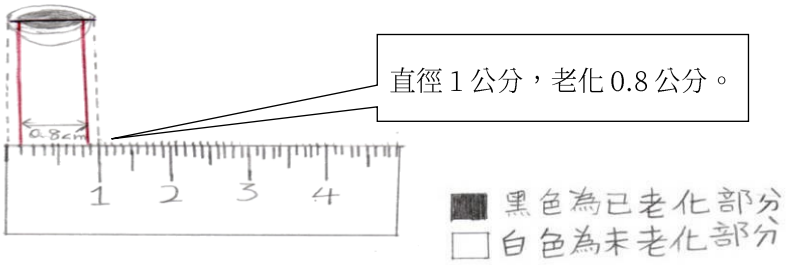


圖 5. 粉圓老化比率圖示

### 二、減少實驗誤差

用兩側牌尺固定高度 0.3cm，擀麵棍壓平可平均粉塊厚度，墊板方格邊長　1cm，可準確切割粉塊成邊長 1x1x0.3（cm）的大小 ，每顆生粉圓重 0.5 克，誤差值±0.1 克。

圖 6. 操作步驟

## trial and error 的研究態度

圖 7.
我們不斷的嘗試各種天然色素，希望能找出最適合製作彩色粉圓的材料。

圖 8.
用蝶豆花汁做成粉圓後仍具酸鹼指示劑功能，可以測酸鹼，真神奇！

## 團隊分工合作的研究方法

### 一、研究分工

由教師統籌研究項目，親師生共同蒐集文獻資料，分配小組成員兩人 1 組進行分項研究，親師生共同擬定研究進度，並定期討論統整研究內容。

圖 9.

### 二、擬定進度表

執行研究可運用甘特圖規畫時程，規劃明確的主題確保時間內完成研究進度。

表 1. 工作項目及預定進度表

| **工作項目及預定進度（以週為主）** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 時間<br>工作項目 | **第 1-3 週** | **第 4-6 週** | **第 7-9 週** | **第 10-12 週** | **第 13-15 週** |
| 尋找主題 | ■ | | | | |
| 確定研究題目 | ■ | | | | |
| 撰寫研究動機及目的 | ■ | | | | |
| 蒐集資料 | ■ | ■ | | | |
| 擬定研究方法 | | ■ | | | |
| 學術合作<br>（校外設備資源） | | ■ | ■ | | |
| 進行研究 | | | ■ | ■ | |
| 整理作品總檔案 | | | | ■ | ■ |
| 完成作品說明書 | | | | ■ | ■ |
| 製作刊版與評選準備 | | | | ■ | ■ |
| 口頭發表 | | | | | ■ |
| **完成進度（%）** | **30%** | **50%** | **70%** | **85%** | **100%** |

## 五感學習

我們選用市售七種澱粉製作粉圓，包括紅心地瓜粉、地瓜粉、臺灣太白粉（樹薯粉）、日本太白粉（馬鈴薯粉）、糯米粉、中筋麵粉和玉米粉進行實驗。

孩子先用小杯子貼上有 7 個編號和品名的標籤，將每種粉秤重 10 克，然後觀察澱粉的顏色、顆粒和聞起來的味道。接著在 7 個鐵碗中分別秤 40 克的粉，沖入滾水 40 克，攪拌成碎屑狀，用手揉捏至三光（手光、碗光、粉光），再用擀麵棍和牌尺將粉團擀成一樣的厚度，在方格墊上切成 1 公分見方的粉塊，搓成粉圓。

取粉圓重量 6 倍的水量，煮至大滾，倒入鍋中煮至粉圓浮在水面，加鍋蓋煮 5 分鐘，再熄火悶 20 分鐘，粉圓呈現透明狀，即將粉圓用篩子取出放涼，然後放在保鮮盒中，從熟粉圓的口感 Q 度、味道和外觀顏色進行觀察記錄。

圖 10.

# 自評績效

## 一、預期目標達成情形

研究過程中，親師生能透過研究生活中常見的食品-粉圓，共同參與科學實作，親近科學，感受生活中無處不科學，共同學習科學知識與原理，增進親子互動。

藉由實作過程，學生學習具有正確的科學態度，能和組員合作溝通，每週依據教師給予的研究進度，家長能協助蒐集資料與實驗材料，學生能按部就班完成指定工作項目。

實作部分，學生能蒐集資料、思辨問題、解決困難，養成獨立自主探究的能力，並學習繕打資料、設計圖表、統整數據的資訊能力。

本研究確實循序漸進解決研究者的問題，找出製作 QQ 粉圓的最佳比例與成分，並清楚揭示以紫色高麗菜汁和蝶豆花汁測定澱粉酸鹼值的簡易方法，讓消費者能用簡易的方法分辨粉圓的酸鹼值。

## 二、建立科展學習環境

此次研究入選聯發科科普實作獎勵計畫，除了研究過程獲得經費補助，擴充實驗設備與耗材備品的運用，提升了師生科展的研究環境與資源，50 本科普書籍挹注，亦培養師生對科展學習的興趣，對於本校未來發展科學競賽有所助益。

## 三、成果說明

我們實際依據研究架構圖與研究問題，按部就班進行實驗操作並完成作品說明書，親師生在研究過程，密切合作、溝通與分工，是非常愉快又充實的團隊合作經驗。這件作品有教師跨校合作、親師生協作，完全利用寒假和週末假日進行，是一場耐力賽。

粉圓製作過程中，我們做到了一條龍作業，從採買新鮮的地瓜和樹薯，自製地瓜粉和樹薯粉，到自製粉圓，將實驗干擾因素降到最低，是時間和工序賽跑的研究歷程，評審在複賽現場口試時，告訴參賽的小朋友，你們的研究步驟很繁複，一定花費很多時間。

表 1. 粉圓製作過程

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| **(1) 1 公斤樹薯切塊** | (2) 去皮和硬梗 | (3) 清洗 | (4) 瀝乾秤重 |
| | | | |
| (5) 樹薯分 3 次放入果汁機，加水蓋過，打成粉漿。 | (6) 倒入豆漿棉布袋。 | (7) 用手搓洗粉漿。 | (8) 保留原先的粉漿，換清水搓洗至少 2 次。 |
| | | | |
| **(9) 左邊為第一次，右邊為第二次。** | (10) 粉漿倒在一起 | (11) 靜置 4 小時 | (12) 倒出上層水，可看到白色樹薯粉。 |
| | | | |
| (13) 手指壓有痕跡 | (14) 日曬 2 天 | (15) 過篩 | (14) 秤重 313.5 克 |

評審在初選審查時給予的評語是---我們的研究記錄完整。學生現場的表達能力佳。能參考歷屆作品後進行科學研究，值得鼓勵。能利用簡易的科學方法進行測量。研究設計的方法較偏向物理方法。摘要寫法可再調整。探討內容部分，應數據化的檢測較為客觀，探討除冷藏變因需多做比較外，對老化的定義應有數據的處理方式。

一份研究從無至有，過程中兩位老師也不斷摸索，我們也曾嘗試錯誤，在錯誤中找到正確的方法，驗證的過程有可期與不可期，但是能完成這份研究，我們心裡是充滿喜悅的！

圖 11. 學生們參加中小學科展評審並獲獎

## 結語

帶領學生，尤其是四年級的孩子參與科學研究其實需要挹注更多的心力，因為孩子的先備科學技能較不足，缺乏結構性的科學認知，在過程中需要不斷簡化艱深的文獻資料，轉換成孩子所能理解的語言內容，並將孩子們口語化的科學理解知識，再組織成有結構性的作品說明書內容，所幸，參與的孩子與家長們，都能投注最大的關注力，配合每週兩位指導老師分配的進度，逐步操作、拍照與紀錄，並在 line 設立科展群組，利用相簿上傳每次的實驗過程照片，並在記事本中將蒐羅的文獻資料在第一時間與成員分享，我們是利用課餘的週末假日進行實驗與集訓，雖然大家犧牲了自己的閒暇時間投入科學研究，但是，我們也從過程中，看到孩子與家長們對知識的領會與收穫，有家長對我們說：「謝謝老師帶領孩子們做科學研究，我們看到孩子對科學有更深的體認，願意主動參與動手做實驗，並練習用科學方法紀錄實驗內容，彷彿就是一位小小科學家。」

執行科學研究時，筆者覺得可以結合科技大學端的專業知識背景，以我們此次以粉圓作為研究主題而言，比對了許多文獻資料，包含科展作品，但是不免也會對文獻產生質疑，因此，透過網路搜尋鄰近科技大學、職校之食品、化材等相關師資，進行電話訪談，以釐清我們對於知識認知與改善實驗操作的方法，因此在研究中，能協尋相關專業師資提供師生的諮詢服務，相信能提升師生科學研究的能力與成果。

**廖素禎**

**高雄市博愛國民小學教師**

# 參考資料

## 書面資料

[1] 5 大精神，培養 STEAM 新素養（2017.06.30）賓靜蓀 （親子天下雜誌 89 期 2017-05-01 出刊），取自 https://www.parenting.com.tw/article/5073993?rec=i2i&from_id=5074325&from_index=2

[2] STEM、STEAM、STEM+教育，究竟有什麼區別？（2019.6.16），取自 https://kknews.cc/education/klrrz8q.html

[3] 什麼是 STEAM 教育？（2020.3.12），取自 https://tkbrobot.pixnet.net/blog/post/101029052-%E4%BB%80%E9%BA%BC%E6%98%AFsteam%E6%95%99%E8%82%B2%EF%BC%9F

## 網路資料

林羿均、謝承軒、吳冠毅、葉晉瑋、楊名嘉、黃翊宸 （2019）。「圓」來如此～QQ 粉圓大作戰。高雄市第 59 屆中小學科學展覽國小組化學科優勝作品專輯。