

2016/17 數學教育習領域「種籽」計劃  
MA0316「探討及發展在小學數學中推展 STEM 教育的有效策略」  
摘要

### 一、計劃目標

本「種籽」計劃旨在發展於小學數學推展 STEM 教育的有效策略，並有以下目標：

- ◆ 透過數學科推展 STEM 教育
- ◆ 提供推行校本課程發展的原動力
- ◆ 協助教師發展成為課程變革推動者、課程領導者及持續反思的教育工作者，並集結這股力量推動課程改革
- ◆ 發展數學科與 STEM 教育相關的參考資料
- ◆ 提供有用的知識、經驗和建議，以供學校、教師及各界人士參考

### 二、學校參與

本學年共有兩間學校參與「種籽」計劃，計劃的參與者包括校長、課程發展主任、科主任、數學科教師及常識科教師。每間學校均在校內兩個年級中試行推動 STEM 教育。以下列出個別學校所選的試驗課題。

學校	上學期	下學期
A	6M1體積（二）	6D3折線圖
B	5M-E1角（度）	6M3速率

兩所學校各有本身的校情，推行計劃時或會遇到不同的困難或挑戰，當中經驗的累積，有助各學校日後推動 STEM 教育。

### 三、學校經驗

以下 STEM 活動輯錄自「種籽」學校的報告。

#### 學校 A：

- ◆ 支援人員在 2016-17 年中透過共同備課就 STEM 教育設計了兩個活動，包括與電腦科合作，主希望學生利用 3D 設計/打印的科技以及數學知識設計一個容量為 250 毫升的容器，以及與常識科合作的保溫盒設計，而涉及的數學課題包括容量和體積（KS2-6M1）及折線圖（KS2-6D3）。由於本校已添置 3D 打印機，因此我們認為可善用此資源以為學生提供不同的學習經歷，而學生透過設計水杯的活動能讓他們體驗數學生活化，並加強他們對於毫升的量感的培養，除此以外，亦希望同學能利用數學知識以及資訊科技解決問題，以培養其解難以及動手造的能力。另一方面，由於學生較少製作折線圖的經驗，

因此我們希望學生透過進行保溫的實驗獲取不同的數據以自行製作折線圖。

- ◆ 在活動進行之初，負責科任以大課形式向學生簡介活動內容以及任務內容，並讓同學以小組形式進行設計以及初步計算，部分同學在設計過程中未有留意到方案的可行性。
- ◆ 同學在完成設計後，便開始在電腦課以 Tinkercad 設計網頁構建 3D 模型。大部分同學在進行過程中，均能發現原本設計的潛在問題並進行修訂。由於 Tinkercad 採用的單位為毫米，不少同學轉換成厘米時出現困難，亦未能找出立方厘米以及立方毫米的關係以及轉換方式。亦有部分的同學希望其設計與別不同，透過上網自學圓形面積的計算方式，並以之設計外形為圓柱柱的容器。
- ◆ 學生在收到該組別設計的容器後，隨即透過測試以發現設計是否符合預期，並與同組組員反思有何地方需要作出改善，最後將所得的結果向同組匯報，在匯報過程中，同學大都能發現不同的問題以及提出改善的方法。
- ◆ 我校採用學生取向的教學策略進行教學。在活動中採用小組討論的方式讓學生之間集思廣益，並自行探索及發現更佳的解決策略以及正確答案。儘管活動進行期間有不少組別未能順利完成活動，但教師不會在此階段提醒學生進行修訂，而是讓學生在活動過後小組反思當中的問題，並自行作出修訂。
- ◆ 教師擔當觀察者，在課堂內讓學生自行分配各人的工作。透過四周巡視各組活動進行的情況及定期檢視工作紙的完成進度以評估學生的學習過程。此外，教師從觀看小組的製成品及聆聽小組匯報可進一步了解學生的學習成果。
- ◆ 我們所遇到的困難有二，分別是 3D 打印機的限制和時間不足的問題。上學期的水杯設計活動，由於教師未有留意 3D 打印機的打印限制，因此在不知情的情況下未有提醒學生我校的打印機只能製作高度不大於 10 厘米的製成品，以致部分組別的製成品跟原來設定的容量有很大差別。教師在印製後告知學生我校 3D 打印機的限制，並要求個別組別修改設計圖。此外，3D 打印時間較長，打印一個水杯平均需要三個多小時才打印完成，因此在此速度下，約三個星期的工作天才完成印製全級的作品。這導致其中一班學生需要在聖誕假後才可作水杯的測試，整個活動橫跨的時間過長。下學期的活動課題是 D 冊最後一個單元，即考試前一周，教師為了確保學生有足夠的時間進行探究，因此把活動延後於試後活動周進行。

#### 學校 B：

參與級別：小學六年級

參與教師：一位課程主任、三位科主任（數學、常識、電腦）、五位教師

進行試驗的單位及課題：

本校進行了兩次試驗，分別是在課堂實踐及全方位學習活動。其中一個課題是利用編程，製作多邊形，透過多邊形的製作，引導學生思考數學的抽象概念，

誘發學生欣賞數學的美，並提升學生對數學的興趣。

### 利用 SCRATCH 編程製作多邊形

- ◆ 本校就數學科的課程，設計了由小一至小六的課程架構，內容包括了校本能力指標，提前學習等，本課堂就是數學科提前學習的設計。在這一課學習之前，學生已經學習了 SCRATCH 編程，基本的編程碼已經學懂了。另外，多邊形的概念已有一定的理解。
- ◆ 課堂開始，教師與學生重溫 SCRATCH 的繪圖指令，隨即著學生製作正方形，大部分學生都很快製作到，因為正方形每一隻角都是 90 度，他們以為轉 90 度就可以了。正當學生沾沾自喜，認為太容易的時候，教師著學生編寫一個繪畫正三角形的程式，學生以 60 度來製作，可是學生畫不出來，這是第一個學習重點，學生明白圖形的角可以分成外角及內角，編程的指令是要利用內角的。
- ◆ 當學生明白三角形的繪畫方法，下一個繪畫的圖形就是正六邊形，學生理解正六邊形是由正六個等邊三角形合併而成的，因此知道六邊形的角是 120 度，學生練習一次會更理解，大部分同學也做得到。
- ◆ 下一步就是製作五邊形，學生明白「一個圈」是 360 度，所以將  $360 \div 5$  就可以找到五邊形的外角，大部分同學都可以做到，但有部分能力較強的學生會發現可以用計算指令來代替自己計算，若會用指令計算，更加可以運用變數功能，只要輸入邊的數量，就可以自動繪畫出該多邊形，到這時不用再引導學生，學生也會嘗試輸入不同的數字，看看是怎樣的圖形，很快地學生會畫出圓形來。
- ◆ 論的重點就轉移到這是圓形，還是多邊形的地方，學生知道這是多邊形，但又看到程式顯示的確是圓形，雖然看到，但也又說不出這是圓形，因為程式的設計是畫多邊形的。教師將圖形放大，學生可以看到多邊形的直線，亦都有角的出現，再畫一個更多邊的多邊形，學生明白到這是一個似圓形的多邊形。能這樣靈活顯示，就是 STEM 教學的優點了。
- ◆ 不過，編程雖然在五年級學了，但是相隔一段時間，就會生疏。所以要多花時間與學生重溫，同時，亦要找一些能力較高的同學指導能力稍弱的，因為差異真的不少。另外，當畫了十多邊形之後，有部分學生沒有自己延伸思考，教師要善用提問，引導學生作深層次思考。
- ◆ 學生編寫電腦程式畫出正多邊形。由正方形開始，逐步擴展至接近無限多邊形，看到的就像圓形，就是古代數學家分割多邊形直至接近圓形一樣，用現代的科技貫穿時空與古代的數學家同步研究，實踐同樣的概念。

### 四、展望建議

以下綜合四間「種籽」學校的經驗後，對推展 STEM 教育的展望及建議：

### 1. 百花齊放：配合不同學習主題，發展學生不同能力

在過往一年，數學教育組與「種籽」學校嘗試在不同的學習主題上推展 STEM 教育，教師及學生的反應良好，並同意多元化的 STEM 教學及專題研習活動有助發展學生的創意思維，協助學生掌握科學探究能力，以及多種共通能力。

學校均表示未來會繼續以相關經驗於校內推展 STEM 教育，並發展學生的自主學習能力，透過協作研習課題，配合數學科校本課程加強自主學習的發展。一方面，有學校亦會加入翻轉課堂的策略，希望能照顧學習者的多樣性，並以小組學習模式進行。

### 2. 發展不同主題範疇的示例

要發展學生的自主學習能力，學生的學習興趣為其中一個原動力。而 STEM 教育綜合不同的學習領域，亦涉及不同主題，如 3D 打印、編程和微控制器應用，皆有助擴闊學生的眼界，從而增強他們對不同範疇知識的認知及興趣。

### 3. 提供教師培訓及資源

在學校推展 STEM 教育，需要軟件及硬件的配合，而教師更是不可或缺的。教師的專業發展和學與教資源的配合能有效推動 STEM 教育。