

## 從教學策略和學習經歷看探究式學習——小六「容量和體積」

蕭霞萍女士（教育局 小學校本課程發展組）

朱碧怡老師、周敏賢老師、陳初強老師、李嘉雯老師（彩雲聖若瑟小學）

### 引言

彩雲聖若瑟小學自 2015 年開始與本組協作發展數學科校本課程，其三年發展計劃（2015 – 2018）中以「優化教學，提升學生學習表現」作為第一項關注事項。學校認為探究式學習能提升學生在課堂的參與程度，培養他們的解難能力，從而提升他們的思維層次，達到優化課堂教學的效果，故此將探究式學習納為其中一項發展策略。

在本環節中，講者將與大家分享最近兩屆六年級學生，透過探究式學習來探索「容量和體積」的過程，以及當中牽涉的教學策略和學生學習經歷。另外，因應照顧能力較佳學生的學習需要，校方在第二年引入「5E 教學模式」，期望能提升學生的思維層次。

在進入校本分享內容之前，讓我們先行探討一下探究的意義和何謂 5E 教學模式。

### **探究的意義和重要性**

其實早在 2002 年，《數學教育學習領域課程指引（小一至中三）》便建議，小學應為高年級學生「提供多類型的學習材料及活動，進一步加強他們的數學概念。學與教應與學生的親身實踐經驗緊密聯繫起來。除了一些牽涉強記的常規性問題外，更應把重點放在涉及多元思維能力的探究活動上。」

為何說探究活動涉及多元思維能力呢？鍾靜（2015）簡單而概括地指出：「探究就是尋找問題和解決問題的過程，也是一種思考的方式、尋找資料的過程、了解事物的過程。」

從數學教育的觀點看，數學教學專業標準（Professional Standards for Teaching Mathematics）指出，探究是學生學習數學概念及知識的最重要脈絡之一，包括了探索（exploring）、臆測（conjecturing）、邏輯推理（logical reasoning）和評估某個想法是否合理（evaluating whether something makes sense or not），從探究中學習被認為能有效促進學生對數學的理解和數學思維的發展（NCTM, 1991）。

由此可見，只有良好的教材是不足夠的，學生還需要親自建構自己的知識，透過提出問題、進行探究實驗，然後分析結果，以及和同儕溝通他們的發現，才能建構屬於自己的知識。

## **5E 教學模式**

由 Trowbridge 與 Bybee（1990）提出以探究為基礎的 5E 教學模式（5E instructional model），旨在培養學生的創意和明辨性思考等高層次思維能力。5E 教學模式將教學過程劃分為五個緊密相連的階段，包括：投入（engagement）、探索（exploration）、解釋（explanation）、闡述（elaboration）和評鑑（evaluation）五個階段，各階段的內容如下：

### **1. 投入（Engagement）**

以學生的學習為主體，設計活動引發學生的學習興趣，使學生主動投入參與教學活動，並將學生的舊經驗與課程內容相連結，經由提問、定義問題與呈現矛盾的結果等方式，引出探討主題的方向。

### **2. 探索（Exploration）**

學生參與活動，並給予足夠時間與機會進行探索任務，經由動手操作，建構共同的、具體的經驗。

### **3. 解釋（Explanation）**

先請學生提出解釋，教師再以學生的想法為基礎，並運用口頭、影片或其他教學媒體，對學生的解釋加以闡述確認，使學生能確實理解學科知識，再引導學生進入下一階段的教學流程。

### **4. 闡述（Elaboration）**

重視學生之間的互動，營造能促使學生討論以及互相合作的學習環境，分享想法並給予回饋，以建構個人對知識的理解。此外，此階段亦重視學生是否能將其所形成的解釋，應用於新的情境或問題中，以延伸至一般化（generalization）的概念理解，進而獲取高層次的知識。

### 5. 評鑑（Evaluation）

此階段的主要目的是鼓勵學生評估自己的理解力與能力，同時教師也藉由評鑑確認學生是否達成教學目標該有的程度。

## 容量和體積

根據《數學教育學習領域課程指引（小一至小六）》（香港課程發展議會，2000），「體積」是小五下學期的課程，小六「容量和體積」則是小五課程的延續。其學習重點包括：

1. 認識容量與體積的關係。
2. 用排水法找出不規則立體的體積。

就第一個學習重點而言，教師指部分學生難以理解容量和體積的關係，因此遇到下列問題時，表現便差強人意：

2010 年 TSA 6M3 Q28  全港答對率： 53.1%	它的容量是 _____ L。
2011 年 TSA 6M3 Q27  全港答對率： 51.2%	上圖長方體容器的容量是 _____ L。

至於第二個學習重點，似乎大部分學生能理解「把物件放入注滿水的容器中，溢出來的水量就是物件的體積」，如下列題目所示：

2011 年 TSA 6M3 Q28  全港答對率： 72%	根據上圖資料，  的體積是 _____ $\text{cm}^3$ 。
2015 年 TSA 6M3 Q26  全港答對率： (a) 85.2% (b) 82.3%	(b) 一個  的體積是 _____ $\text{cm}^3$ 。

然而當問題改為「在注了水的容器中放入 / 取出物件，升高 / 下降了的水量就是物件的體積」，能解答問題的學生比率便大大下降，反映學生對排水法的概念一知半解。

2010 年 TSA 6M1 Q30  全港答對率： (a) 61.4% (b) 31.8%	了 _____ $\text{cm}^3$ 。
2011 年 TSA 6M1 Q28  全港答對率： (a) 75.3% (b) 27.8%	升高了 _____ $\text{cm}^3$ 。

### 容量和體積的概念學習

Piaget 曾對各種「量」的概念做了不少研究，包括長度、面積、體積、容量、質量、重量、時間和速度等。他指兒童對體積及容量等「量」的學習，與他們的守恆概念有直接關係。守恆即是「物量不因形狀和

位置的變化而改變」的概念，兒童須到達具體運思期才能建立「量」的守恒概念。

根據 Piaget 的兒童發展理論，七至十二歲為具體運思期，兒童學習數學時，要通過實際活動才可以掌握具體概念，進而學習抽象概念。故此，教師在安排學習活動時，須遵從由具體到抽象的步驟，並且善用實物和教具，引導學生動手探究，最後進行抽象概括，才能令學生理解概念的本質屬性，進一步進行合理的思考與推理。

### **設計校本課程**

處理「容量和體積」這一單元的內容，一般教科書都會建議不少實作活動，但鮮有對應上文提及的兩個學習問題提供串連式的探究活動，好讓學生能將課程內容的知識互相連結，達到融會貫通的學習成效。

彩雲聖若瑟小學的老師針對校本學習需要，因應按能力分班的安排，重新設計教材，以彌補教科書不足之處，教材涵蓋整個單元，期望通過有系統的探究和實作活動，令學生學得更深更廣，對概念的理解更加融會貫通。

就前文提及的第一個學習重點，學生會從基本概念、計算公式以及量度單位三方面直接比較體積和容量。而針對當中的學習難點，教師多加插了一個探究活動，流程設計如下：

每組學生獲派發一個近似長方體的膠盒，盒內盛了一定體積的水，另外，同學可選擇不同的工具，如直尺、升盒、125 毫升紙盒裝維他奶等，並思考如何利用這些工具進行估計和量度，從而找出膠盒的容量和膠盒內水的體積。完成探究實驗後，教師再引導學生討論造成誤差的原因，透過互相比對不同的解釋，歸納出容量和體積的關係。

教授第二個學習重點時，教師安排學生進行下列三種類型的排水法實驗，從而找出一些不規則立體（例如一顆石頭和一粒波子）的體積，讓學生能全面地探究排水法的各種類型和物件體積的關係。

#### **1. 排水桶溢出水量**

2. 放入物件使水位上升
3. 取出物件使水位下降

就觀課所見，學生普遍對探究活動甚感興趣，透過小組協作互動，發揮異質分組中以強帶弱的學習效果，不但能力較佳的班別能順利展示其解決問題的能力，連普通班的學生也能以完整的邏輯思維解說其探究策略和實驗結果，充分彰顯探究活動帶來的學習成效。

### **引入 5E 教學模式**

本學年，校方為照顧能力較佳學生的學習需要，引入 5E 教學模式，期望能進一步提升學生的思維層次。採用 5E 教學模式設計的課程，特點是每項探究活動都包含前文所述的五個階段。以排水法的探究活動為例：

#### **1. 投入 (Engagement)**

教師先著學生在課前預習時觀看兩段動畫短片：「烏鴉喝水」和「阿基米德的真假皇冠」，讓他們認識把物件投入水中可令水位上升或溢出，再著他們思考如何收集和量度溢出來的水，藉此引起他們的探究動機。

#### **2. 探索 (Explore)**

在「找出物件的體積和容量」環節中，教師首先給每組學生派發紙包飲品一盒，排水桶、量杯和升盒各一個，要求學生分別用三種不同的方法找出紙包飲品的體積或容量。學生採用的方法包括：觀察包裝盒上的說明；量度紙盒的長、闊和高，再計算它的體積；以及利用排水法找出紙盒的體積。

#### **3. 解釋 (Explain)**

在探討「排水法的迷思」環節中，教師給每组分派不同性質的物件，包括：膠棒（露出水面的物件）、水瓶蓋（浮在水面的物件）、玻璃珠（沉在水中的物件）和方糖（溶於水中的物件），然後提出問題：「是否所有物件都適宜使用排水法來求它的體積？」讓學生先行討論及解釋原因，再進行探究實驗來驗證他們的理據。

#### 4. 闡述 (Elaborate)

學生利用以「排水桶溢出水量」來找出物件體積的原理，進一步探究如何使用水位上升及下降的現象來找出物件的體積。

#### 5. 評鑑 (Evaluation)

教師以問題引導學生總結課堂的學習重點，例如：

- 今天學習了甚麼方法來找出物件的體積或容量？
- 利用排水法量度物件時要注意甚麼？

學生自評個人的課堂表現，以及對學習的理解，最後完成一些關於該課題的習作，以評估學習效能。

就觀課所見，5E 教學模式所包含的步驟較為詳細和完整，能有效引起學生的學習動機，並在課堂上主動進行探索，按部就班完成探究活動，解題方法更具創意和多元化。

綜合兩年的實踐經驗，教師認同探究式學習有助學生結合思維和行動來理解事物，不但有效促進學生對容量和體積的概念和知識的理解，強化了學生的推理和表達能力，還讓學生學會了探索和解難的策略，縱然多花了課堂時間也是值得的。

#### 參考資料：

1. National Council of Teachers of Mathematics. (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
2. Trowbridge, L., & Bybee, R. (1990). *Teaching Science by Inquiry in the secondary School*. Columbus, OH: Merrill.
3. 香港課程發展議會(2000)。《數學教育學習領域數學課程指引(小一至小六)》。香港：政府印務局。
4. 香港課程發展議會(2002)。《數學教育學習領域課程指引(小一至中三)》。香港：政府印務局。
5. 鍾靜 (2015)。〈以探究教學提昇學童數學概念之深度和廣度〉。《國民教育》，55(1)，頁 126-139。