



วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของสถาบันส่งเสริมการสอน  
วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นหลักสูตรที่เน้นการเรียนรู้ตามกระบวน  
การทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบ  
ไปด้วย การทดลองสำหรับนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักการ  
สังเกต การวัดการบันทึกข้อมูล การคิดคำนวณ การประมาณค่า การวิเคราะห์  
สถานการณ์ การแปลความหมาย ฯลฯ ซึ่งจะนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวความ  
คิดหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในการศึกษาถึงปัญหาการเรียนการสอนวิชา  
วิทยาศาสตร์ภาคคำนวณในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้า เอกสาร  
และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในหัวข้อต่อไปนี้

1. ความมุ่งหมายของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. ทักษะพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ก. งานวิจัยในต่างประเทศ

ข. งานวิจัยในประเทศ

ความมุ่งหมายของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรมในปัจจุบัน ซึ่งเราต้องเปิดโอกาสให้  
เด็กทุกคนได้ศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ตามวิธีการที่ถูกต้อง เมื่อเราทราบปรัชญาทาง

วิทยาศาสตร์แล้วจึงควรให้การสอนวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับปรัชญาและวิธีการเสาะแสวงหาความรู้ ซึ่งเราได้ตั้งความมุ่งหมายของการสอนไว้ดังนี้

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์ ความรู้ต่าง ๆ ควรเป็นเพียงเครื่องช่วยเฝ้ามองเห็นความสัมพันธ์ต่อกันในเนื้อหาวิชา ซึ่งจะนำไปสู่ความเข้าใจมากกว่าความจำ และนำไปสู่ความคิดรวบยอด

2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิชา วิทยาศาสตร์ ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เป็นผลเนื่องมาจากการศึกษาค้นคว้าและวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการตั้งสมมติฐานหรือสร้างแบบจำลองโดยอาศัยความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากการค้นคว้าและทดลอง รวมทั้งความคิดสร้างสรรค์และวิจารณ์สมมติฐานหรือแบบจำลองนั้น ๆ อาจต้องนำมาปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือยกเลิก เมื่อมีผลการทดลองใหม่ ๆ เพิ่มขึ้น กฎ ทฤษฎี และหลักต่าง ๆ ของวิชาวิทยาศาสตร์ไม่ใช่ความจริงที่ตายตัวเสมอไป แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์พัฒนามากขึ้น นักวิทยาศาสตร์สามารถค้นคว้าเรื่องราวต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง แต่ก็ยังไม่อาจค้นพบความจริงที่สมบูรณ์

3. เพื่อให้เกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดที่จะหาหลักฐานมาประกอบการพิจารณา กล่าวอ้าง การที่จะตัดสินเรื่องใด ๆ ควรมีหลักฐานสนับสนุนแน่นอน การไขคำอธิบายที่มีเหตุผล ความสนใจในตัวเลข ประกอบยิ่งกว่าที่จะกล่าวอย่างเลินลาวย เปลี่ยนความคิดเห็น เมื่อได้ข้อมูลที่เหตุผลถูกต้องกว่า มีความบากบั่นในการทำงาน ให้ความร่วมมือกับผู้อื่น ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีความซื่อสัตย์ในการทำงาน ยอมรับข้อผิดพลาด มีความรับผิดชอบในการกระทำของตน นอกจากนี้ควรปลูกฝังความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ รวมทั้งอ่านสุนทรียะและเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ด้วย

4. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ทักษะที่สำคัญนั้นหมายถึงทักษะในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ การสังเกต การจัดประเภท การพิจารณา

โครงสร้าง ความสัมพันธ์ ตลอดจนการเสาะหาความรู้ รวบรวมและรายงานผลงาน  
อย่างมีประสิทธิภาพ

5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษยและสภาพ  
แวดล้อม การค้นคว้าต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ได้นำไปสู่ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี  
อันมีคุณค่าอย่างยิ่งต่อความผาสุกและอารยธรรมมนุษย์ แต่เทคโนโลยีก็ได้ทำให้เกิดปัญหา  
ต่าง ๆ เช่น ปัญหาเรื่องปฏิภูล ปริมาณของนิวโลก รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงทางนิเวศน  
วิทยา และวัฒนธรรม ยิ่งกว่านั้นนักเรียนควรจะเข้าใจถึงอิทธิพลของเทคโนโลยีสมัยใหม่  
และนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ไปใช้ปรับปรุงชีวิตประจำวัน ตลอดจนสังคมให้ดีขึ้น<sup>1</sup>

โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ปัจจุบันนี้  
เน้นถึงความเจริญที่จะเกิดขึ้นกับตัวเด็กเป็นส่วนใหญ่ คือเด็กจะต้องรู้จักสังเกต รู้จักคิด  
รู้จักแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีความคิดริเริ่ม สามารถแสดงออกและ  
ปฏิบัติได้ด้วยตนเอง แต่เดิมนั้นการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับนี้จะมุ่งป้อนความรู้ให้แก่  
นักเรียน พยายามที่จะสอนให้นักเรียนรู้ถึงข้อเท็จจริง ( fact ) และกฎเกณฑ์ต่าง ๆ  
เท่านั้น<sup>2</sup>

<sup>1</sup>นิตา สะเพียรชัย, "ปรัชญาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์,"  
วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 5 (กรกฎาคม 2520)

: 3.

<sup>2</sup>ประณีต โกมารกุล ๗ นคร, "การสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น,"  
ลามัญศึกษา 12 (กุมภาพันธ์ 2518): 15 - 16.

ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ได้ระบุความมุ่งหมายของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการ และทฤษฎีพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทัศนคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษา ค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม<sup>1</sup>

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมีความมุ่งหมายที่จะช่วยให้นักเรียนเป็นคนช่างคิด มีเหตุผล รู้จักการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง นักเรียนมีโอกาสที่จะเรียนด้วยการทดลอง ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเป็นการเรียนการสอนที่จะส่งเสริมให้นักเรียนมีบทบาทในการเรียนมากขึ้นและทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ดียิ่งขึ้นด้วย

#### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่มีกฎเกณฑ์และระเบียบวิธี การศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ ต้องมีการค้นคว้าทดลองเพื่อหาข้อเท็จจริง และพิสูจน์กฎเกณฑ์บางสิ่งบางอย่าง วิธีการศึกษาจึงเปรียบเหมือนเครื่องมือที่จะใช้ในการค้นคว้าให้ได้อธิบายจากการทดลอง ดังนั้นวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่เป็นแหล่งสะสมความรู้เท่านั้น แต่ยังรวมวิธีการที่ใช้แก้ปัญหาและทำให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญาอีกด้วย ในขณะที่ทำการค้นคว้าทดลองผู้นำการ

<sup>1</sup>กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (กรุงเทพมหานคร: จงเจริญการพิมพ์ 2520), หน้า 45.



ทดลองย่อมมีโอกาสฝึกฝนทั้งในด้านปฏิบัติและพัฒนาความนึกคิดไปด้วย พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความนึกคิดอย่างระบบเหล่านี้ เราเรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะที่สำคัญและจำเป็นใช้ในการค้นคว้าทดลอง มีอยู่หลายประการดังต่อไปนี้

1. ทักษะในการสังเกต หมายถึงความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 สังเกตปรากฏการณ์และเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ได้อย่างละเอียด ถูกต้อง และรวดเร็ว (และต้องสังเกตอย่างตรงไปตรงมา สังเกตอย่างไรก็รายงานไปอย่างนั้น ไม่เอาความรู้เดิมมาสัมพันธ์เกี่ยวของกัน)
2. ทักษะในการเลือกและใช้เครื่องมือ หมายถึง ความสามารถในการเลือกเครื่องมือใช้ได้อย่างเหมาะสม ใช้เครื่องมือนั้น ๆ ในการทำการทดลองได้อย่างถูกต้อง และรวดเร็ว รวมทั้งการอ่านหรือประมาณค่าที่ได้จากการวัดนั้นได้อย่างถูกต้องใกล้เคียง
3. ทักษะในการบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย หมายถึง ความสามารถในการบันทึกผลการสังเกตและผลการทดลอง การบันทึกข้อมูลอย่างมีระบบช่วยให้ได้หลักฐานในภาษาที่กระชับรัดกุมเข้าใจง่าย ถือเป็นทักษะในการสื่อความหมายอีกด้วย
4. ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาข้อมูลต่าง ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ ให้อยู่ในรูปที่มีความหมาย หรือความสัมพันธ์กันมากขึ้น เพื่อให้ง่ายต่อการแปลความหมายในขั้นต่อไป การจัดกระทำกับข้อมูลในขั้นนี้อาจจะทำได้หลายแบบ เช่น นำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดจำแนก หรือจัดรูปเสียใหม่ เป็นตารางแผนภูมิ หรือสมการทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น
5. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป หมายถึงความสามารถในการแปลความหรือสรุปความจากข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้อย่างสมเหตุสมผลและรวดเร็ว
6. ทักษะในการสร้างสมมติฐาน หมายถึงความสามารถในการคาดการณ์หรือคาดคะเนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างมีเหตุผลและอาจพิสูจน์ได้โดยการทดลอง

7. ทักษะในการออกแบบการทดลอง หมายถึงความสามารถในการคิดหาวิธีทดลองและทำการทดลอง พิสูจน์สมมุติฐานหรือตอบปัญหาของใจต่าง ๆ

8. ทักษะในการคิดคำนวณ หมายถึงความสามารถในการคิดคำนวณหรือแปลความหมายของจำนวนต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว

9. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึงความสามารถที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับสถานที่ รูปทรง ขนาด ทิศทาง ระยะทาง พื้นที่และเวลาเป็นต้น<sup>1</sup>

ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ อี เอส แอล ไอ (ESLI ย่อมาจาก Elementary Science Learning by Investigating) กล่าวว่า ในการศึกษาวิทยาศาสตร์นั้น เด็กจำเป็นต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย ไม่ว่าจะอยู่ในระดับชั้นใดก็ตาม และการประเมินผลความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียนจะต้องคำนึงถึงเรื่อง ทักษะกระบวนการเท่า ๆ กับการเข้าใจในเนื้อหาวิชา ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ ESLI นั้นประกอบด้วยทักษะดังต่อไปนี้ คือ

1. การสังเกต (Observation) หมายถึงการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส และการนำเสนอข้อมูลจากการรับรู้

2. การจัดกระทำข้อมูล (Data Treatment) หมายถึงการเก็บรวบรวม การบันทึก การวิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลที่ได้อีกด้วยตนเองหรือกลุ่มหรือในชั้นเรียน

3. การพยากรณ์และการตั้งสมมุติฐาน (Prediction and Hypothesis Formation) หมายถึง แนวคิดที่นำไปสู่การตั้งสมมุติฐานและวิธีที่จะทดสอบสมมุติฐานนั้น การสร้างสมมุติฐานรวมถึงทักษะในการที่จะปฏิเสธหรือยอมรับสมมุติฐาน โดยอาศัยข้อมูลหรือหลักฐานที่เป็นข้อพิสูจน์ซึ่งรวบรวมได้

---

<sup>1</sup>มจรส วีระกำแหง, เอกสารการอบรมวิชาวิทยาศาสตร์ชุด พ.ม. ปี 2521, 2521 (อัครสำเนา).

4. การจัดจำพวก ( Classification ) หมายถึงการจัดกลุ่ม โดยดูจากความแตกต่างและคล้ายคลึง ซึ่งรวมไปถึงการพิจารณาถึงคุณลักษณะที่สิ่งนั้นมีอยู่ด้วย

5. การบ่งชี้ ( Identification ) หมายถึง ความสามารถออกสมาชิกภายในกลุ่มใด โดยดูจากคุณสมบัติและลักษณะซึ่งผิดแปลกไปจากกลุ่ม

6. การวัด ( Measurement ) หมายถึงความสามารถออกปริมาณที่แน่นอน และถูกต้องโดยใช้กระบวนการวัดที่เป็นมาตรฐาน และรู้ถึงความแตกต่างกันในด้านปริมาณสามารถบอกได้ว่าอะไรมากกว่าหรือน้อยกว่า และกำหนดคุณค่าของปริมาณใด นอกจากนี้ทักษะในด้านนี้ยังรวมถึงการเลือกหน่วยที่เหมาะสมในการวัด และปริมาณพอเหมาะที่จะใช้ในการทดลอง

7. การพัฒนาเทคนิควิธีปฏิบัติในห้องทดลอง ( Development of Acceptable Laboratory Techniques ) หมายถึงความสามารถในการสร้าง การเขียนแบบ และการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์อย่างง่าย ๆ การรู้จักเก็บรักษาเครื่องมือได้อย่างถูกต้องและสามารถใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ในแบบที่ได้รับการสอน

8. การวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ ( Analysis and Synthesis ) หมายถึงความสามารถในการตรวจสอบพิจารณารายละเอียดของปัญหา หรือแนวคิดหรือสิ่งก่ ( concept ) และรวมถึงการนำข้อมูลย่อยมาพิจารณารวมกันเพื่อนำไปสู่หลักเกณฑ์ต่าง ๆ

9. การสื่อความหมาย ( Communication ) หมายถึงความสามารถในการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่น เพื่อที่แสดงออกซึ่งความรู้สึกนึกคิดทั้งในรูปของนามธรรมและรูปธรรม<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Nell Garland, Brewer A. C, Thomas F. Edwards, Ann Marshal and Jerome J. Notkin, Elementary Science Learning by Investigation. Teacher's Edition, 2nd. ed, (Rand Mc Nally & Company, 1973): 3.

## ทักษะพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาคณิตศาสตร์

ในเรื่องทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และวิชาคณิตศาสตร์ ได้มีนักการศึกษา คำนึงถึงวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ศึกษาและกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ และเนื้อหา ใ้มามากมาย บางวัตถุประสงค์ยังมีแนวโน้มในการผสมผสาน เนื้อหาวิชาทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน แต่ความคิดนี้ยังไม่เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง เพราะใน วิชาทั้งสองต่างมีเนื้อหา มีการจัดระเบียบกฎเกณฑ์ในตัวเอง และได้มีการพัฒนาแยกกัน มานาน แต่ละวิชาก็มีความเด่นและความสำคัญในตัวเอง นักการศึกษาที่สนใจในด้านนี้ ได้พยายามที่จะแสดงให้เห็นว่าทำอย่างไรวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จะนำมาใช้ร่วมกัน ในการพัฒนาทักษะขั้นพื้นฐานของนักเรียนหรือในการเรียนการสอนได้ ซึ่งจะทำให้นักเรียน เกิดความเข้าใจในวิชาทั้ง 2 วิชาเป็นอย่างดี และส่งเสริมซึ่งกันและกัน นอกจากนี้ ยังนำทักษะต่าง ๆ ไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้

ทักษะพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาคณิตศาสตร์ ที่ได้พัฒนาร่วมกันที่สำคัญ มี 5 ทักษะ คือ

### 1. ทักษะด้านภาษาในการอ่าน ( Reading Compactly Written Prose )

ตำราหรือหนังสือในวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนใหญ่เป็นข้อความที่อ่านยากมีศัพท์เฉพาะหรือศัพท์เทคนิค จึงทำให้นักเรียนอ่านได้ช้าและยากต่อการ ทำความเข้าใจหรือการตีความหมายของประโยค แต่อย่างไรก็ตามการกระตุ้นหรือเร้า ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะในการอ่านในชั้นเรียน จะทำให้นักเรียนสามารถตีความหมายของ ประโยค บอกความคล้ายคลึงและความแตกต่างของความหมายในประโยคต่าง ๆ ได้ ทำให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องรานั้นได้ดีขึ้น

### 2. ทักษะการเก็บข้อมูล ( Acquiring Information )

ข้อมูลต่าง ๆ สามารถหามาได้หลายทาง เช่นจากการสังเกต การนับ การวัด การบรรยายความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกัน และจากสมบัติของสิ่งต่าง ๆ เป็นต้น



ทักษะเหล่านี้เป็นเครื่องมือสำหรับรวบรวมข้อมูล รวมทั้งการนำข้อมูลมาจัดกระทำ การใช้ตัวเลข การตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน การกำหนดการปฏิบัติ การควบคุม ตัวแปร ตลอดจนการออกแบบและทำการทดลองจริง เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในทักษะเหล่านี้ อาจเสริมให้แก่กันได้โดยเฉพาะในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาคณิตศาสตร์

### 3. ทักษะการตีความหมายข้อมูล ( Interpreting Information )

ทักษะการตีความหมายข้อมูล เป็นทักษะพื้นฐานที่มีทั้งในวิชาวิทยาศาสตร์ และวิชาคณิตศาสตร์ เช่น

- การสร้างตาราง กราฟ แผนภาพ แผนภูมิจากจำนวนที่สังเกตได้
- การอ่านตาราง กราฟ และแผนภูมิ
- การจัดลำดับ การเปรียบเทียบ และการจัดจำพวกจากการสังเกต
- การใช้จำนวนและความสัมพันธ์ทางมิติเป็นตัวนำในการจัดระเบียบและทำความเข้าใจในสิ่งที่สังเกตและข้อมูล
- มีความระมัดระวังในการใช้เหตุผลของผลลัพธ์ที่ได้
- ความตรงและความถูกต้องของการวัดผลและตรวจการสอบ

### 4. ทักษะการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และอนุมานจากข้อมูล ( Going Beyond The Information Given )

ทักษะนี้เป็นทักษะที่สำคัญยิ่งอย่างหนึ่งที่นักเรียนควรมีในโรงเรียนและในโลกปัจจุบันภายนอก ซึ่งจะต้องมีการวิเคราะห์ตัดสินพิจารณาปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันตลอดเวลา มีทักษะพื้นฐานอย่างอื่นอีกมากที่มีได้เกิดได้ทันที แต่จะค่อยเป็นค่อยไป ฉะนั้นการวิเคราะห์หรืออนุมานจากข้อมูลควรจะได้รับฝึกฝนอยู่เสมอ จากเหตุการณ์ต่าง ๆ (จากแบบฝึกหัดต่าง ๆ) ทักษะเหล่านี้รวมทั้ง การอ้างอิง การทำนาย การประมาณ การประเมินค่า กำหนดรูปทรงหาข้อจำกัด ทดสอบสมมติฐาน การพิจารณาตัดสินปัญหา เป็นต้น

### 5. ทักษะการแก้ปัญหา ( Solving and Resolving Problem )

วิธีการแก้ปัญหาเป็นทักษะที่ย่างยากซับซ้อน เพราะต้องนำความรู้หรือข้อมูลที่มียู่หรือที่รวบรวมมาได้มาประยุกต์ใช้ ซึ่งจะเห็นบ่อย ๆ ในรูปของ กฎ หลักการ ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ที่สำคัญที่ใช้กันทั่วไป คือ การถามคำถาม การวิเคราะห์สถานการณ์ การแปลความหมาย การแสดงผล การเขียนแผนภูมิ การใช้วิธีลองผิดลองถูก การทดสอบสมมุติฐาน และการทำการทดลอง<sup>1</sup>

### ทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ( Mathematics Skills )

ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ย่อมมีคณิตศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้องอยู่ตลอดเวลา ความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์นั้นมีมากจนมีผู้กล่าวว่า "คณิตศาสตร์คือภาษาของวิทยาศาสตร์" และนอกจากนั้นวิชาคณิตศาสตร์ยังเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อชีวิตประจำวันอีกด้วย สิ่งที่เราควรปลูกฝังให้แกเด็กได้แก่

1. ฝึกให้รู้จักการหาค่าโดยประมาณ ( Approximation ) การรู้จักประมาณในทางคำนวณจะช่วยในการตั้งสมมุติฐานได้มาก
2. ฝึกให้รู้จักการหาค่าเฉลี่ย ( Average ) เช่นการหาค่าเฉลี่ยของคุณภาพจะเป็นประโยชน์ต่อการหาค่าที่ถูกต้องได้
3. ฝึกให้รู้จักการจัดลำดับความสำคัญ ( Ranking ) เป็นประโยชน์ต่อการสำรวจต่อการแสดงผลงานการคนควา
4. ฝึกให้รู้จักประโยชน์จากวิชาพีชคณิต ( Algebra ) ให้ประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา การตั้งกฎเกณฑ์ เช่น ทฤษฎีของโอห์ม ต้องใช้หลักเกณฑ์ของพีชคณิต

---

<sup>1</sup>James Joseph Gallagher, "Basic Skill Common To Science and Mathematics," School Science and Mathematics 8 (November 1979): 555 - 564.

5. ฝึกให้รู้จักประโยชน์ของวิชาเรขาคณิต ( Geometry ) เป็นวิชาที่ช่วยหาเหตุผล หากหาความจุ ช่วยอธิบายในรูปร่างลักษณะของวัตถุต่าง ๆ

6. ฝึกให้รู้จักประโยชน์ของการสร้างกราฟ ( Graphing ) มีประโยชน์ต่อการอธิบายผลของการทดลอง การวิจัย และการค้นคว้า การฝึกหัดให้เด็กมีความสามารถในการอ่านค่าต่าง ๆ จากกราฟ จะช่วยให้การเรียนมีผลมากยิ่งขึ้น

7. ฝึกให้เด็กรู้จักการจัดกลุ่ม ( Grouping ) การรู้จักจัดกลุ่มจะช่วยให้เราสามารถแก้ปัญหาหรือเลือกจำนวน ปริมาณต่าง ๆ ที่เราต้องการได้ ข้อสำคัญในการจัดกลุ่มของจำนวนต่าง ๆ เด็กนักเรียนจะต้องคำนึงถึงหน่วย ( Unit ) ของจำนวนเหล่านั้นด้วย

8. ฝึกให้เด็กรู้จักการวัด ( Measurement ) การวัดเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ที่เราจะตองวัดปริมาณต่าง ๆ คือ

ก. วัดระยะทางหรือที่ว่าง ( Space )

ข. วัดมวลวัตถุ ( Mass )

ค. วัดเวลา ( Time )

ในการวัดปริมาณเหล่านี้ เด็กจะต้องมีทักษะในการวัดว่าจะตองวัดอย่างไร จะเลือกใช้ อุปกรณ์ชนิดใด และมีวิธีการใช้เครื่องมือเหล่านั้นอย่างไร

9. ฝึกให้เด็กมีทักษะในการหาคร้อยละ ( Percentage ) ในการหาคร้อยละ หรือเปอร์เซ็นต์เป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนวิทยาศาสตร์ เพราะจะแสดงให้เห็นคุณค่าว่า ปริมาณนั้นมีค่ามากน้อยเท่าใดในจำนวนทั้งหมด 100 ส่วน เช่นการหาค่าความชื้น หรือ การหาค่าของการได้เปรียบเชิงกล เป็นต้น

10. ฝึกให้รู้จักตำแหน่งและค่าของจำนวนต่าง ๆ ในการคำนวณ นักเรียนจะตองทราบและเข้าใจว่า จำนวนต่าง ๆ นั้นมีค่าและหน้าที่อย่างไร เช่นในการนับที่มีการคำนวณเกี่ยวกับเครื่องหมายบวก ลบ คูณ หาร เด็กจะตองทราบว่าตองหาค่าของการคูณ และหาร กอนทำการบวกและลบ

11. ฝึกให้รู้จักการแก้ปัญหา ( Problem-solving ) ในกรณีนี้หมายถึงการรู้จักแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น การแก้สมการแบบต่าง ๆ การหาค่ากรณฑ์ เป็นต้น

12. ฝึกให้รู้จักการพิสูจน์ ( Proof ) เราอาจจะใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ เช่น การแก้สมการพีชคณิตและเรขาคณิต เพื่อแสดงการพิสูจน์ได้

13. ฝึกให้รู้จักหาอัตราส่วน ( Ratio ) การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เช่น การเปลี่ยนแปลงทางเคมี การถ่ายทอดพันธุกรรมทางชีววิทยา และการเปลี่ยนรูปพลังงานต่าง ๆ ในวิชาฟิสิกส์จะต้องมีการแก้ปัญหาโดยใช้อัตราส่วนอยู่เสมอ ฉะนั้นการรู้จักและเข้าใจในเรื่องอัตราส่วนจึงเป็นสิ่งจำเป็น

14. ต้องฝึกให้เข้าใจเกี่ยวกับค่าของจำนวนเลข ค่าของจำนวนเลขย่อมมีทั้งค่ามากและค่าน้อย เช่น 1,000,000 กับ 1 ใน 1,000,000 ย่อมจะทำให้เด็กไขว้เขวหรือสับสนได้ ฉะนั้นจึงควรจะให้เด็กมีโอกาสให้เข้าใจในค่าต่าง ๆ ว่าแตกต่างกันอย่างไร เพื่อสะดวกต่อการศึกษาในเรื่องระยะทางระหว่างดาวเคราะห์ การคำนวณอายุของหินชนิดต่าง ๆ เป็นต้น

15. ฝึกให้รู้จักศัพท์ของจำนวนเลขต่าง ๆ ( Number Vocabulary ) เช่น ฝึกให้รู้จักความหมายของเส้นล้อมรอบของรูปต่าง ๆ ( Perimeter ) ความหมายของมุม ทรงกลม ปริมาณ เวกเตอร์ เป็นต้น

16. ฝึกให้รู้ความหมายของศูนย์ ( Zero Representation ) ค่าของศูนย์เป็นความหมายทางด้านนามธรรมที่มักจะทำให้เกิดการเข้าใจผิดอยู่เสมอ เพราะคำว่าศูนย์ไม่ได้มีความหมายว่าไม่มีค่าเสมอไป โดยเฉพาะเมื่อเด็กนักเรียนใช้ไม้เมตร ไม่บรรทัด การวัดสเกล การอ่านกราฟ อ่านอุณหภูมิ และพิจารณาคาบวง ลบ ของเลขจำนวนใด ๆ<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> มังกร ทองสุคดี, การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เอกสารการ  
นิตเทศการศึกษา ฉบับที่ 229 (กรุงเทพมหานคร: กรมการฝึกหัดครู, 2523) หน้า



จะเห็นได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความจำเป็นต่อการเรียน การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เรียนด้วยการทดลอง และคนควาควยตนเองมากที่สุด เพราะ นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติการทดลอง เก็บข้อมูล บันทึกข้อมูล รายงานข้อมูลต่าง ๆ การจัดทำข้อมูล ฯลฯ ด้วยตนเองทุกครั้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเรียนการสอนวิชา วิทยาศาสตร์ภาคคำนวณ จำเป็นต้องใช้ทักษะการคิดคำนวณหรือทักษะทางคณิตศาสตร์ เขา มาใช้ในการคำนวณหาค่าต่าง ๆ เช่น หาค่าประมาณ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ อัตราส่วน เป็นต้น เพื่อรายงานข้อมูล จัดกระทำข้อมูลและเสนอข้อมูลต่าง ๆ

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีลักษณะเป็นแบบบูรณาการ ( Integrated Science ) นำความรู้วิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ เช่น เคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ ดาราศาสตร์ และธรณีวิทยา มารวม ๆ กันจัดขึ้นเป็นหน่วยต่าง ๆ ดังนั้นในการ ศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ภาคคำนวณ จึงเป็นการศึกษาบางส่วนของเนื้อหาวิชาที่จำเป็นต้อง นำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และทักษะทางคณิตศาสตร์ มาใช้ในการอธิบายหรือการ คำนวณหาค่าต่าง ๆ เช่น เรื่องหลักการจม-การลอยของวัตถุ งาน กำลัง หลักการของ เครื่องกลต่าง ๆ เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ ในหลักการ ทฤษฎี และ มองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหา ซึ่งนำไปสู่ความคิดรวบยอดได้ โดยมีนักการศึกษาหลาย ท่านสนใจในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ และวิชาคณิตศาสตร์ และมีการ ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ เพื่อหาความสัมพันธ์ไว้ดังนี้

## งานวิจัยในต่างประเทศ

พอล เบิร์นคท์ แอคเคอร์สัน ( Paul Berndt Ackerson )<sup>1</sup> ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา จุดมุ่งหมายของการทดลอง เพื่อหาว่านักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์ นักเรียนที่เรียนวิชาเคมี และนักเรียนที่เรียนวิชาชีววิทยา จำเป็นต้องใช้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ช่วยในการเรียนวิชาเหล่านี้มากน้อยเพียงใด โดยใช้แบบทดสอบ ของ SMSG สำหรับวิชาคณิตศาสตร์ ใช้แบบทดสอบของ PSSC สำหรับวิชาฟิสิกส์ ใช้แบบทดสอบของ CAB สำหรับวิชาเคมี และใช้แบบทดสอบของ BSCS สำหรับวิชาชีววิทยา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ในสหรัฐอเมริกา 7 แห่ง จำนวนทั้งหมด 25 ชั้น ผลการทดลองปรากฏว่านักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์จำเป็นต้องใช้ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

เดวิด ไมเคิล ไรแมน ( David Michael Riban )<sup>2</sup> ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์ กับวิชาฟิสิกส์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา จุดมุ่งหมายของการทดลองเพื่อต้องการหาว่าในการแก้ปัญหาทางวิชาฟิสิกส์จำเป็นต้องมีทักษะทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นโปรแกรม ซึ่งทำเป็นบัตรปัญหา 87 บัตร ปัญหาในบัตรสามารถนำมาใช้วิเคราะห์ทักษะทางคณิตศาสตร์ได้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นนักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์ โดยการสุ่มจากนักเรียนชั้นต่าง ๆ ที่มี

---

<sup>1</sup> Paul Berndt Ackerson, "A Study of the Relationship between Achievement in PSSC Physics and Experience in Recently Developed Courses in Science and Mathematics." Dissertation Abstracts, 27 (July-September, 1966): 44 - A.

<sup>2</sup> David Michael Riban, "An Investigation of the Relationship of Gagne's Hierarchical Sequence Model in Mathematics to the Learning of High School Physics," Dissertation Abstracts 30 (May, 1970) 4845 - A.

ความสามารถในการเรียนต่างกัน แล้วรวมกันเป็น 2 ชั้นเรียน มีจำนวนทั้งหมด 30 คน ผลการทดลองปรากฏว่ามีทักษะทางคณิตศาสตร์ 163 อย่าง ที่จำเป็นในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และมีทักษะทางคณิตศาสตร์ 52 อย่าง ที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ซันดรา อาร์ เครนและจอห์น พี ฮันส์เบอร์เกอร์ ( Sandra R. Kren and John P. Huntsberger )<sup>1</sup> ได้ศึกษาถึงการสอนทักษะทางคณิตศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์ จุดมุ่งหมายในการวิจัยเพื่อหาผลของการนำทักษะทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ใช้คือทักษะการวัด-การสร้างมุม และทักษะการตีความหมายของข้อมูล - การเขียนกราฟเส้นตรง กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้เป็นนักเรียนระดับเกรด 4 และ เกรด 5 ของโรงเรียน Central Texas โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มคือ

1. กลุ่มวิทยาศาสตร์ ( Science ) จะสอนความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อที่นักเรียนจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์
2. กลุ่มวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ( Science - Mathematics ) จะสอนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางคณิตศาสตร์พร้อม ๆ กัน เพื่อจะให้เนื้อหาวิชาทั้ง 2 วิชาส่งเสริมซึ่งกันและกัน
3. กลุ่มคณิตศาสตร์ ( Mathematics ) จะสอนความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์
4. กลุ่มควบคุม ( Control )  
ผลการวิจัยพบว่า ผลการนำทักษะทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน

---

<sup>1</sup>Sandra R. Kren and John P. Huntsberger, "Should Science be used to teach Mathematical Skill?", School Science and Mathematics 14 (November, 1977): 557 - 561.

บรูค แมคคอย พรีดมอร์ ( Brooke McCoy Pridmore )<sup>1</sup> ได้ศึกษาถึงองค์ประกอบที่ใช่ เป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาฟิสิกส์ของนักศึกษาที่ไม่มีความรู้พื้นฐานทางเรขาคณิตวิเคราะห์ ในระดับวิทยาลัย วัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษาองค์ประกอบที่ใช่ เป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาฟิสิกส์ โดยที่ตัวทำนายที่ใช่ในการศึกษาครั้งนี้ คือ คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ความรู้พื้นฐานทางวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษา ระยะเวลาที่เรียนวิชาฟิสิกส์ในวิทยาลัย เพศ คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนในระดับวิทยาลัย วิชาเอก ความรู้พื้นฐานทางวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาคณิตศาสตร์ในระดับวิทยาลัย ผลการศึกษาพบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน ความรู้พื้นฐานทางวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา และความรู้พื้นฐานทางวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับวิทยาลัย เป็นองค์ประกอบที่ใช่ เป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาฟิสิกส์ของนักศึกษาที่ไม่มีความรู้พื้นฐานทางเรขาคณิตวิเคราะห์

### งานวิจัยในประเทศ

ในปี พ.ศ. 2517 ชวลิต วัฒนวงศ์<sup>2</sup> ได้ศึกษาสถานภาพและปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงของสถาบันฝึกหัดครูปีการศึกษา 2516 พบว่า ปัญหาและอุปสรรคอันหนึ่งในการเรียนการสอนฟิสิกส์มาจากความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ต่ำ

<sup>1</sup>Brooke McCoy Pridmore, "Predicting Success in a Non-Calculus Based Physics Course at a State Supported Junior College," Dissertation Abstracts 39 (January, 1979): 4168 - A.

<sup>2</sup>ชวลิต วัฒนวงศ์, "การศึกษาสถานภาพและปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงของสถาบันฝึกหัดครู ปีการศึกษา 2516" (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2517), หน้า 124.



ในปี พ.ศ. 2518 อาทิตย์ เหล่าวาณิชวัฒนา<sup>1</sup> ได้ศึกษาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เบื้องต้นที่ส่งผลต่อการ เรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนประกาศนียบัตรชั้นสูงวิชาเอกวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยครูภาคเหนือ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีสมรรถภาพในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาฟิสิกส์อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ และนักเรียนที่ได้คะแนนวิชาคณิตศาสตร์สูง มักจะได้ คะแนนวิชาฟิสิกส์สูงด้วย

ในปี พ.ศ. 2523 ทวีศักดิ์ จินคานุกรักษ์<sup>2</sup> ได้ศึกษาการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ความสามารถในการคำนวณ เป็นตัวทำนายได้ดีที่สุด และความสามารถในการตีความหมายจากกราฟ และทัศนคติที่มีต่อ วิชาวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลในการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาฟิสิกส์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่าความรู้ พื้นฐานทางคณิตศาสตร์และทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ มีความจำเป็นต่อการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ภาคคำนวณ โดยเฉพาะวิชาฟิสิกส์ เพราะเป็นวิชาที่จะต้องมีการนำความรู้ พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และทักษะทางคณิตศาสตร์มาใช้อยู่มาก และปัญหาอันหนึ่งของการ เรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ก็คือ ปัญหาความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ดังนั้นจาก

---

<sup>1</sup>อาทิตย์ เหล่าวาณิชวัฒนา, "คณิตศาสตร์ เบื้องต้นที่ส่งผลต่อการเรียนวิชา ฟิสิกส์ของนักเรียนประกาศนียบัตร วิชาการศึกษาระดับสูงวิชาเอกวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยครู ภาคเหนือ" (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2518), หน้า 79.

<sup>2</sup>ทวีศักดิ์ จินคานุกรักษ์, "การทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4" (วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิต วิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523), หน้า 67.

งานวิจัยดังกล่าวอาจสรุปได้ว่า การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ภาคคำนวณนั้น ย่อมขึ้นอยู่กับ  
ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย