

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- 1.1 ความหมายของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 1.2 ความสำคัญของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 1.3 องค์ประกอบของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 1.4 ขั้นตอนการเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 1.5 ข้อควรคำนึงในการเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 1.6 ลักษณะของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดี

2. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้

คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 2

3. เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

4. วิชาคณิตศาสตร์

- 4.1 ธรรมชาติของคณิตศาสตร์
- 4.2 ความสำคัญของคณิตศาสตร์
- 4.3 ประโยชน์ของคณิตศาสตร์
- 4.4 หลักการสอนคณิตศาสตร์
- 4.5 ทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์

5. การสอนแบบปฏิบัติการ

- 5.1 ความหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ
- 5.2 ความหมายของการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ
- 5.3 จุดมุ่งหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ
- 5.4 การนำวิธีการสอนแบบปฏิบัติการไปใช้
- 5.5 การวางแผนการสอนแบบปฏิบัติการ
- 5.6 ขั้นตอนของการดำเนินการสอนแบบปฏิบัติการ

- 5.7 การจัดกลุ่มในการสอนแบบปฏิบัติการ
- 5.8 คุณค่าของการสอนแบบปฏิบัติการ
- 5.9 ข้อดีข้อเสียของการสอนแบบปฏิบัติการ
6. ความพึงพอใจในการเรียนรู้
 - 6.1 ความหมายของความพึงพอใจ
 - 6.2 ความพึงพอใจในการเรียนรู้
 - 6.3 การวัดความพึงพอใจ
7. ความคงทนในการเรียนรู้
 - 7.1 ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้
 - 7.2 ขั้นตอนของกระบวนการจำ
 - 7.3 ชนิดของการจำ
 - 7.4 ระบบความจำ
 - 7.5 เทคนิคการจำ
 - 7.6 การวัดความจำ
8. ประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้
 - 8.1 การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 8.2 ดัชนีประสิทธิผล
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 9.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.1 ความหมายของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นบันทึกกิจกรรมประจำวันที่ครูผู้สอนจัดขึ้นจากสาระการเรียนรู้ นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

สงบ ลักษณะ (2533 : 1) ให้ความหมายของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ การนำวิชาหรือกลุ่มประสบการณ์ที่จะต้องทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดภาคเรียนมาสร้างเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อ อุปกรณ์การสอน และการวัดผลประเมินผล โดยจัดเนื้อหาสาระและจุดประสงค์การเรียนรู้ย่อยๆ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือจุดเน้นของหลักสูตร สภาพของผู้เรียน ความพร้อมของโรงเรียนในด้านวัสดุอุปกรณ์ และตรงกับชีวิตจริงในห้องเรียน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2532 : 187) ให้ความหมายของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นแผนซึ่งกำหนดขั้นตอนการสอนที่คร่อมุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาและประสบการณ์หน่วยใดหน่วยหนึ่งตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

สุกัญญา ชีรวรรณ (2521 : 209) อธิบายความหมายของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นส่วนขยายของหลักสูตร ซึ่งกำหนดแนวทางการสอนและการจัดกิจกรรมเสนอแนะแก่ครู โดยยึดถือจุดประสงค์ของการเรียนรู้และความคิดรวบยอดในหลักสูตรไว้เป็นหลัก

จากความหมายของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ประมวลมาทั้งหมดนี้สังเกตุได้ว่า เป็นความหมายที่ครอบคลุมทั้งด้านลักษณะ ที่มา และสิ่งที่ควรกำหนดไว้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จึงสรุปความหมายของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อการสอน การวัดผลประเมินผลให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นแผนที่ผู้สอนจัดทำขึ้นจากคู่มือครูหรือแนวการสอนของกรมวิชาการ ทำให้ผู้สอนทราบว่าสอนเนื้อหาใด เพื่อจุดประสงค์ใด สอนอย่างไร ใช้สื่ออะไร และวัดผลประเมินผลโดยวิธีใด

1.2 ความสำคัญของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เปรียบได้กับพิมพ์เขียวของวิศวกรหรือสถาปนิกที่ใช้เป็นหลักในการควบคุมงานก่อสร้าง วิศวกรหรือสถาปนิกจะขาดพิมพ์เขียวไม่ได้ฉันทุ้ ผู้เป็นครุก็ขาดแผนการจัดการเรียนรู้ไม่ได้ฉันทุ้ นั้น ชึ่งผู้สอนได้ทำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ก็ชึ่งยั้งให้ประโยชน์แก่ตนเองมากเพียงนั้น สงบ ลักษณะ (2533 : 3-4) ได้กล่าวถึงผลดีของการทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ สรุปได้ฉันทุ้

1.2.1 ทำให้เกิดการวางแผนวิธีสอนวิธีเรียนที่มีความหมายยั้งฉันทุ้ เพราะเป็นการจัดทำอย่างมีหลักการที่ถูกต้อง

1.2.2 ช่วยให้ครุมีสื่อการสอนที่ทำได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดความสะดวกในการจัดการเรียนการสอน ทำให้สอนได้ครบถ้วนตรงตามหลักสูตร และสอนได้ทันเวลา

1.2.3 เป็นผลของวิชาการที่สามารถเผยแพร่เป็นตัวอย่างได้

1.2.4 ช่วยให้ความสะดวกแก่ครุผู้สอนแทนในกรณีที่ผู้สอนไม่สามารถเข้าสอนได้

1.3 องค์ประกอบของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

องค์ประกอบของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เกิดขึ้นจากความพยายามตอบคำถามดังต่อไปนี้

1.3.1 สอนอะไร (หน่วย หัวเรื่อง ความคิดรวบยอด หรือสาระสำคัญ)

1.3.2 เพื่อจุดประสงค์อะไร (จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม)

1.3.3 ตัวสาระอะไร (โครงสร้างเนื้อหา)

1.3.4 ใช้วิธีการใด (กิจกรรมการเรียนการสอน)

1.3.5 ใช้เครื่องมืออะไร (สื่อการเรียนการสอน)

1.3.6 ทราบได้อย่างไรว่าประสบความสำเร็จหรือไม่ (วัดผลประเมินผล)

เพื่อตอบคำถามดังกล่าว จึงกำหนดให้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีองค์ประกอบดังนี้

1) กลุ่มสาระการเรียนรู้ หน่วยที่สอนและสาระสำคัญ (ความคิดรวบยอด)
ของเรื่อง

2) จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

3) สาระการเรียนรู้

4) กิจกรรมการเรียนการสอน

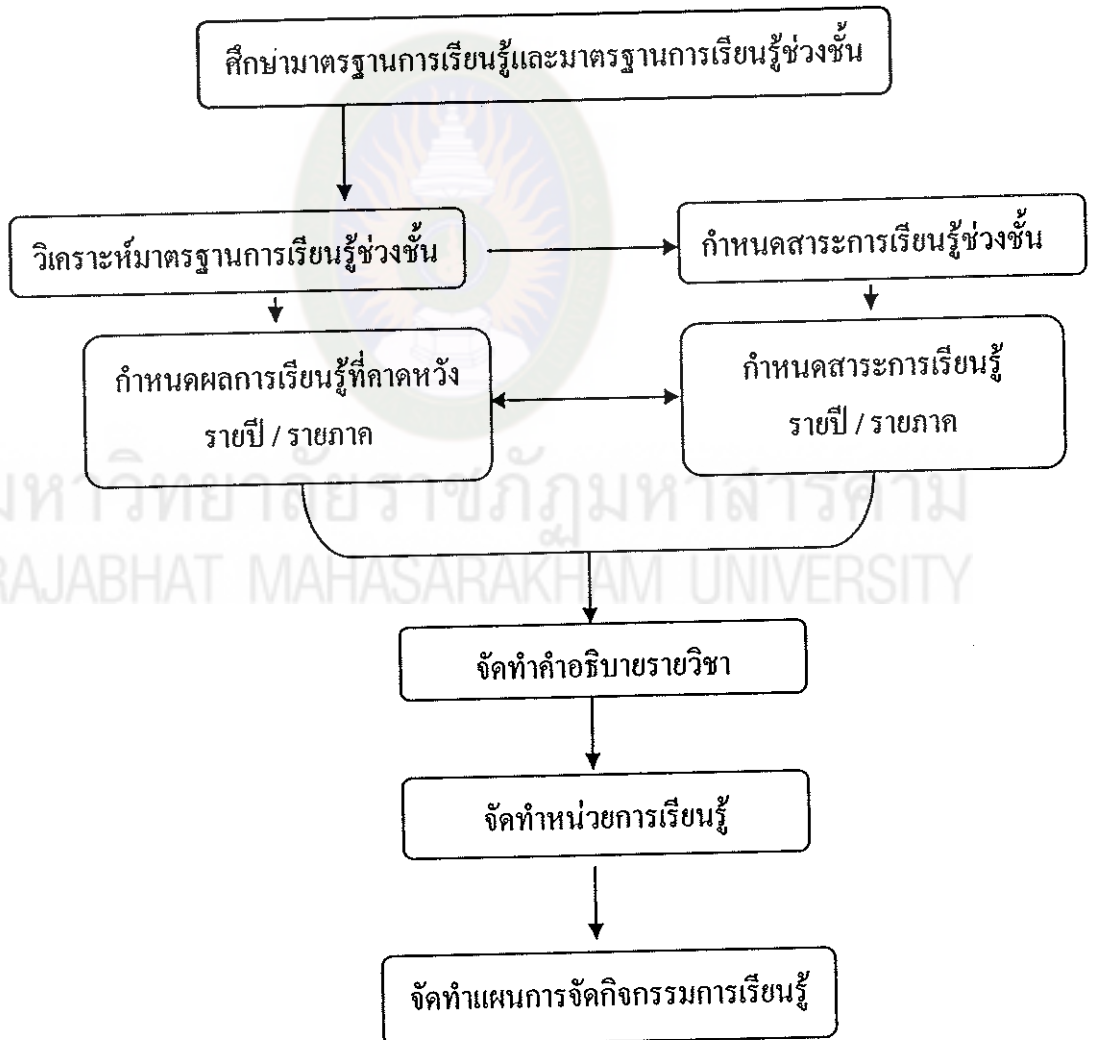
5) สื่อการเรียนการสอน

6) วัสดุประเมินผล

ดังนั้น ในการเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จึงต้องเขียนให้ครบทุกหัวข้อดังกล่าว

1.4 ขั้นตอนการเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นงานสำคัญในการกำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้สำหรับครู เพราะเป็นการเตรียมการช่วยเหลือในการสอนบรรลุผลตามเป้าหมายและประสิทธิภาพ ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนต้องศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อนำไปสู่การจัดการเรียนรู้ ดังนี้ (ณัฐฉัตร กิจรุ่งเรือง และคณะ.2545 : 74 : 81)



แผนภูมิแสดงขั้นตอนการนำมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานมาสู่การจัดการเรียนรู้

จากแผนภูมิแสดงขั้นตอนการนำมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานมาสู่การจัดการเรียนรู้อาจอธิบายรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นของกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่จะจัดทำหลักสูตรเพื่อให้เข้าใจเป้าหมายและทิศทางของการจัดการเรียนรู้
2. วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น เพื่อกำหนดสาระการเรียนรู้ช่วงชั้นและกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี / รายภาค (เฉพาะระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กำหนดสาระการเรียนรู้เป็นรายภาคเรียน) สาระการเรียนรู้ช่วงชั้นเป็นการกำหนดเนื้อหาที่จะต้องเรียนโดยคำนึงถึงจุดเน้นของหลักสูตรความต้องการของผู้เรียน ความต้องการของท้องถิ่นและชุมชน จำนวนเวลาที่สอนในแต่ละสัปดาห์ วัยและระดับชั้น ส่วนการกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี / รายภาค นั้น เป็นการระบุถึงความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะของผู้เรียน ซึ่งจะเกิดหลังจากการเรียนรู้ในแต่ละปี / ภาค
3. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ช่วงชั้นและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รายปี / รายภาค เพื่อกำหนดเป็นสาระการเรียนรู้รายปี / รายภาค กล่าวคือ เป็นเนื้อหาที่จะต้องเรียนให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่นและชุมชน
4. นำผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี / รายภาค และสาระการเรียนรู้ รายปี / รายภาค มาพิจารณาเพื่อจัดทำคำอธิบายรายวิชา
5. นำคำอธิบายรายวิชามากำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งอาจอธิบายได้ว่าหน่วยการเรียนรู้เปรียบเสมือนบทเรียนบทหนึ่งๆ ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหาหลายเรื่องที่มีความสัมพันธ์กัน นอกจากนี้ การจัดทำหน่วยอาจใช้หลักการบูรณาการหลายกลุ่มสาระการเรียนรู้เข้าด้วยกัน โดยใช้วิชาใดวิชาหนึ่งเป็นแกน เช่น สังคมศึกษา แล้วนำลักษณะเนื้อหาของกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน
6. นำหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยมาจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เป็นรายหน่วย
7. นำแผนการจัดการเรียนรู้เป็นรายหน่วยมาจัดทำเป็นแผนการจัดการเรียนรู้

รายชั่วโมง

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2549 : 255 – 265) กล่าวว่า การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้เป็นงานสำคัญอย่างยิ่งของผู้เป็นครู เพราะเป็นการเตรียมการสอนที่สมบูรณ์ ซึ่งจะช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุผลตามจุดหมายของหลักสูตรอย่างแท้จริง ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนต้องศึกษาเอกสารหลักสูตรเป็นเบื้องต้นก่อนที่จะลงมือเขียน โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ที่จะสอน

- 1.1 จุดประสงค์ประจำวิชา
- 1.2 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
- 1.3 คำอธิบายรายวิชา
- 1.4 โครงสร้างของหลักสูตรสถานศึกษา
- 1.5 การวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้
- 1.6 แผนการจัดการเรียนรู้

2. ศึกษาแนวการสอนของกรมวิชาการ เพื่อ

2.1 ศึกษารายละเอียดสาระการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในแต่ละ
ช่วงชั้นและระดับชั้น ว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ เพื่อเพิ่มเติมอีกให้สมบูรณ์

2.2 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ใน
กลุ่มสาระการเรียนรู้หรือไม่ ถ้าไม่สอดคล้องควรปรับและนำมาเขียนในแผนการจัดการเรียนรู้
ให้ชัดเจนต่อไป

2.3 นำกิจกรรมในแนวการสอนมาพิจารณาประกอบการจัดกิจกรรมการเรียน
การสอนในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

3. เขียนแผนการจัดการเรียนรู้

เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นขั้นสำคัญซึ่งผู้เขียนต้องวางแผนอย่างรอบคอบ
โดยกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กำหนดเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลา กำหนดกิจกรรม
การเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้จริง กำหนดสื่อการสอนและการวัดผลที่
สอดคล้องกับจุดประสงค์การสอน อย่างไรก็ตามควรได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้
สอดคล้องกับจุดเน้นของหลักสูตร กล่าวคือ ควรได้จัดการเรียนการสอนอย่างเป็นกระบวนการ
และใช้กระบวนการต่างๆ เช่น กระบวนการกลุ่ม กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการ 9
ประการ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการ สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

หลักการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้เป็นงานที่ไม่ยาก แต่ผู้ที่ไม่คุ้นเคยจะรู้สึกว่าเป็นภาระ
หนักอย่างไรก็ตามถ้าได้ฝึกเขียนอย่างสม่ำเสมอ ผลที่ได้จะคุ้มค่ากับเวลาอย่างแท้จริง ผู้เป็นครู
และนักศึกษาครูจำเป็นต้องฝึกเขียนให้ถูกต้องตามหลักการสิ่งที่ควรเขียนให้ชัดเจนในแผนการ
จัดการเรียนรู้ ได้แก่

1. ชื่อเรื่อง หรือชื่อหัวข้อเรื่องย่อ
2. จำนวนชั่วโมง
3. สาระสำคัญ
4. จุดประสงค์การเรียนรู้
5. สาระการเรียนรู้
6. สื่อ / แหล่งการเรียนรู้
7. กระบวนการเรียนรู้
8. การวัดผลประเมินผล

หลักการเขียนแต่ละหัวข้อ

แต่ละหัวข้อมีหลักการเขียนและมีตัวอย่างประกอบ ดังนี้

1. ส่วนหัวเรื่อง เป็นส่วนแรกของแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นส่วนที่บอกรายละเอียดเบื้องต้นของแผนการจัดการเรียนรู้ มีแนวการเขียนดังนี้ (ณัฐวุฒิ กิจรุ่งเรือง และคณะ. 2545 : 59 อ้างอิงใน วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. 2549 : 256 - 265)

- 1.1 ลำดับที่ของแผนการจัดการเรียนรู้
- 1.2 ระบุกลุ่มสาระการเรียนรู้
- 1.3 ระบุชั้นที่สอน
- 1.4 ระบุหัวข้อเรื่อง
- 1.5 ระบุเวลาที่ใช้จัดการเรียนรู้

1.6 ระบุวันที่ เดือน ปี และช่วงเวลาในการจัดการเรียนรู้

2. สาระสำคัญ คือ ข้อความที่เขียนเพื่อระบุให้เห็นแก่น หรือเห็นข้อสรุปที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับ ผู้เรียนหลังจากเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่ง ทั้งด้านเนื้อหา ด้านความรู้ ด้านทักษะ หรือด้านเจตคติ ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะเหมาะสมของเรื่องที่น่าเสนอ

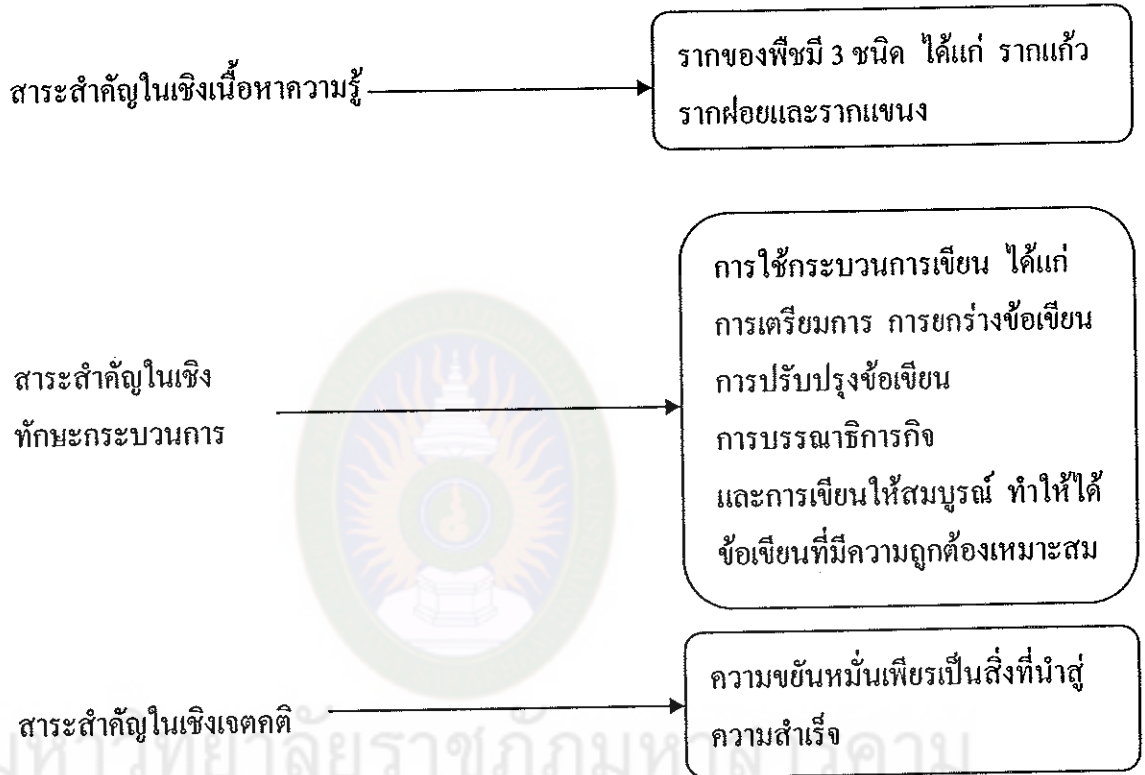
สาระสำคัญเป็นคำที่ใช้ในความหมายเดียวกับสังกัป ความคิดรวบยอด มโนทัศน์ และมโนคติ ขึ้นอยู่กับหน่วยงานหรือความนิยมใช้ มีแนวการเขียนดังต่อไปนี้

- 2.1 เขียนในลักษณะของการสรุปเนื้อหาความรู้ ทักษะ หรือเจตคติที่เป็นเป้าหมายด้วยภาษาที่รัดกุม และชัดเจน
- 2.2 เขียนในลักษณะความเรียงหรือเขียนเป็นข้อในกรณีที่มีการจัดการเรียนรู้ครั้งนั้นมีมากกว่า 1 สาระสำคัญ

2.3 การจัดการเรียนรู้ในระดับขั้นต้น ๆ ควรมรสาระสำคัญเดียวในการเรียนรู้

ครึ่งหนึ่ง

ตัวอย่างการเขียนสาระสำคัญ



3. จุดประสงค์ คือ ข้อความระบุคุณลักษณะด้านเนื้อหา ความรู้ด้านทักษะ หรือด้านเจตคติที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน หลังจากที่ได้เรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่ง การเขียนจุดประสงค์ในแผนการจัดการเรียนรู้มีวิธีการเขียนหลายลักษณะ แต่โดยทั่วไปนิยมเขียนในลักษณะของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือในลักษณะของจุดประสงค์นำทางและจุดประสงค์ปลายทาง ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

3.1 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม คือ จุดประสงค์ที่บ่งชี้ถึงพฤติกรรม ที่ผู้เรียนสามารถแสดงออกหลังจากที่ได้เรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ครูกำหนดไว้ พฤติกรรม ดังกล่าวต้องเป็นพฤติกรรมที่สังเกตได้อย่างชัดเจน จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สมบูรณ์ควรจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ สถานการณ์หรือเงื่อนไขที่ครูตั้งขึ้น (Condition)

พฤติกรรมของผู้เรียนที่คาดหวังให้แสดงออก (Terminat Behavior) และเกณฑ์บ่งชี้
ความสามารถของนักเรียนที่แสดงพฤติกรรม (Criteria)

3.1.1 สถานการณ์ที่ครูตั้งขึ้น

มักจะใช้คำว่า : หลังจากนี้
เมื่อกำหนด.....
เมื่อนำ.....
เมื่อ.....
ฯลฯ

3.1.2 พฤติกรรมของนักเรียนที่ครูคาดหวังให้แสดงออกมา

มักใช้คำว่า : อธิบาย บรรยาย บอก เขียน วาด ชี้ คำนวน ตอบ ท่อง เปรียบเทียบ สร้าง
ทดลอง วิเคราะห์ ยกตัวอย่าง สาธิต ฯลฯ คำที่ไม่ควรนำมาใช้ : รู้ เข้าใจ ตระหนัก
จินตนาการ ฯลฯ

3.1.3 เกณฑ์ของระดับความสามารถของพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกมักจะใช้
คำว่า : ได้ถูกต้อง ได้ทุกข้อ ได้ 8 ข้อ ใน 10 ข้อ อย่างน้อย 5 ข้อ ภายใน 10 นาที ฯลฯ

ตัวอย่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม : เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการคูณจำนวน

ที่สมบูรณ์

10 ข้อ ผู้เรียนสามารถหาคำตอบได้ อย่างน้อย 5 ข้อ

: หลังจากฟังนิทานเรื่องกระต่ายตื่นตูมแล้ว

ผู้เรียนสามารถสรุปข้อคิดจากเรื่องได้

ถูกต้อง

หมายเหตุ : _____ หมายถึง ข้อความที่เป็นสถานการณ์หรือเงื่อนไข

_____ หมายถึง ข้อความที่เป็นพฤติกรรมที่คาดหวัง

_____ หมายถึง ข้อความที่เป็นเกณฑ์

อย่างไรก็ดี ในการเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหากเกิดข้อจำกัดทำให้ไม่สามารถ
เขียนได้ครบทั้ง 3 ส่วน ได้ยึดพฤติกรรมที่คาดหวังไว้เป็นหลักในการเขียน ดังตัวอย่าง

: ผู้เรียนบอกความหมายของยาเสพติดได้

: ผู้เรียนจำแนกประเภทของดอกไม้และไม้ประดับได้

3.2 จุดประสงค์ปลายทางและจุดประสงค์นำทาง

จุดประสงค์ปลายทาง คือ ข้อความที่ระบุถึงสิ่งที่เป็นเป้าหมายสำคัญที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนหลังจากที่ได้เรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ หรือแต่ละเรื่อง ลักษณะของจุดประสงค์ปลายทางจะเป็นจุดประสงค์ที่ไม่เฉพาะเจาะจงถึงรายละเอียดของพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออก

จุดประสงค์นำทาง คือ จุดประสงค์ย่อยที่แตกออกจากจุดประสงค์ปลายทาง เพื่อแสดงให้เห็นพฤติกรรมที่คาดหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน เมื่อผู้เรียนแสดงพฤติกรรมได้ตามกำหนดไว้ก็จะบรรลุตามเป้าหมายของจุดประสงค์ปลายทาง จุดประสงค์นำทางนิยมเขียนในรูปแบบของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตัวอย่างการเขียนจุดประสงค์ปลายทางและจุดประสงค์นำทาง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
เรื่อง อวัยวะภายนอก

จุดประสงค์ปลายทาง

นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอวัยวะภายนอก

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนบอกชื่ออวัยวะภายนอกได้
2. นักเรียนบอกตำแหน่งของอวัยวะภายนอกได้
3. นักเรียนบอกหน้าที่ของอวัยวะภายนอกได้
4. นักเรียนบอกวิธีการดูแลรักษาอวัยวะภายนอกได้

กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
เรื่อง การเขียนจดหมายถึงญาติผู้ใหญ่

จุดประสงค์ปลายทาง

นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถเขียนจดหมายถึงญาติผู้ใหญ่

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนบอกรูปแบบของการเขียนจดหมายถึงญาติผู้ใหญ่ได้
2. นักเรียนบอกคำขึ้นต้นและคำลงท้ายจดหมายถึงญาติผู้ใหญ่ได้
3. นักเรียนเขียนจดหมายถึงญาติผู้ใหญ่ได้ตามรูปแบบ
4. นักเรียนเรียบเรียงถ้อยคำเพื่อสื่อความหมายได้ชัดเจน
5. นักเรียนเขียนสะกดคำได้ถูกต้อง

แนวการเขียนจุดประสงค์

1. เขียนให้สัมพันธ์กับสาระสำคัญ
2. เขียนให้ครอบคลุมทั้งทางด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain)

ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) และด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain)

ด้านพุทธิพิสัย เป็นจุดประสงค์ที่เกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมิน หรือตัดสินคุณค่าของสิ่งต่างๆ

ด้านจิตพิสัย เป็นจุดประสงค์ที่เกี่ยวกับอารมณ์ ความรู้สึก การเห็นคุณค่า การยอมรับ หรือไม่ยอมรับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

ด้านทักษะพิสัย เป็นจุดประสงค์ที่เกี่ยวกับความคล่องแคล่วในการปฏิบัติโดยใช้ อวัยวะต่างๆของร่างกาย

3. เขียนให้เห็นรายละเอียดของพฤติกรรมที่สามารถวัดและสังเกตได้

4. เขียนด้วยภาษาที่รัดกุม ชัดเจน สื่อความได้ดี

5. หากมีจุดประสงค์ข้อเดียวไม่ต้องใส่ลำดับเลขหัวข้อ

4. เนื้อหา เป็นองค์ประกอบที่ทำให้ผู้สอนเห็นภาพของสิ่งที่จะต้องสอน โดยรวม อาจประกอบด้วย ทฤษฎี หลักการ วิธีการ ขั้นตอน หรือแนวปฏิบัติ การระบุเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้ มีแนวการเขียน ดังต่อไปนี้

4.1 เขียนให้สอดคล้องกับสาระสำคัญและจุดประสงค์

4.2 กำหนดเนื้อหาของการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้งให้เหมาะสมกับระยะเวลา วิชา และความสามารถของผู้เรียน

4.3 เขียนเนื้อหาแบบย่อโดยสรุปเป็นหัวข้อ หรือประเด็น หากมีเนื้อหามากให้ทำเป็นใบความรู้ระบุไว้ในภาคผนวกท้ายแผนการจัดการเรียนรู้

4.4 เขียนเนื้อหาที่จะให้ผู้เรียนเรียนรู้ไว้ตามลำดับ หากแบ่งเป็นหัวข้อย่อยได้ ควรแบ่งเพื่อความชัดเจน

ตัวอย่างการเขียนเนื้อหา

เนื้อหา	เนื้อหาที่สรุปย่อ
<p>ข่าว คือ เรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวกับบุคคลหรือสังคม</p> <p>ข่าว สามารถจำแนกเป็นหลายประเภทตามหัวข้อต่อไปนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ข่าวการเมือง เป็นข่าวที่เกี่ยวกับรัฐบาลหรือนักการเมือง 2. ข่าวเศรษฐกิจ เกี่ยวกับธุรกิจและการลงทุน และความเป็นอยู่โดยรวมของประชาชน 3. ข่าวต่างประเทศ เป็นเรื่องที่เกิดภายนอกประเทศทุกชนิด 4. ข่าวในพระราชสำนัก คือ ข่าวเกี่ยวกับพระราชกรณียกิจของในหลวงและพระราชินี หรือพระบรมมหาราชวัง 5. ข่าวทั่วไป เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั่วไป เช่น อุบัติเหตุ อาชญากรรม เป็นต้น 	<p>ข่าว คือ เรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวกับบุคคลหรือสังคม</p> <p>ข่าว สามารถจำแนกเป็นหลายประเภท ได้แก่</p> <p>ข่าวการเมือง ข่าวเศรษฐกิจ ข่าวต่างประเทศ</p> <p>ข่าวการศึกษา ข่าวกีฬา ข่าวการเกษตร ข่าวในพระราชสำนัก และข่าวทั่วไป</p>

5. กิจกรรมการเรียนรู้ คือ สภาพการณ์ที่ครูออกแบบเพื่อนำเสนอเนื้อหา วิธีการหรือการปฏิบัติให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีแนวการเขียนดังต่อไปนี้

5.1 เขียนให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา วิธีการหรือการปฏิบัติ

5.2 เขียนเป็นข้อตามลำดับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ หรือเขียนโดยแบ่งเป็นขั้น ได้แก่ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นดำเนินการสอน และขั้นสรุปบทเรียน โดยเขียนเป็นข้อเรียงตามลำดับขั้นตอนของการเรียนรู้ในแต่ละขั้น หากขั้นใดมีกิจกรรมเดียวไม่ต้องใส่เลขลำดับหัวข้อ

5.3 เขียนโดยระบุให้รู้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้น ใครเป็นผู้มีบทบาทผู้เรียน ผู้สอน หรือ ทั้งผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันกระทำ เป็นต้น

5.4 ไม่ควรระบุรายละเอียดของคำพูดทั้งคำพูดของผู้สอนและผู้เรียน

อย่างไรก็ตาม การเขียนกิจกรรมการเรียนรู้ควรคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ ทั้งนี้ รองศาสตราจารย์ ดร.ทศนา เขมมณี ได้เสนอแบบประเมินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางซึ่งคณะผู้เขียนได้ปรับปรุงแบบประเมินให้มีความเหมาะสมและสะดวกในการนำไปใช้ยิ่งขึ้น โดยคงรายละเอียดเดิมไว้ เพื่อให้นำไปตรวจสอบกิจกรรมการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

แบบประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

กลุ่มสาระการเรียนรู้.....เรื่อง.....

คำชี้แจง ให้พิจารณาแผนการจัดการเรียนรู้แล้วให้คะแนนความคิดเห็น ดังนี้

- ก. ให้ 1 คะแนน ถ้าไม่แน่ใจว่าแผนจัดการเรียนรู้นี้มีลักษณะตามรายการที่ประเมินจริง
- ข. ให้ 0 คะแนน ถ้าไม่แน่ใจว่าแผนจัดการเรียนรู้นี้มีลักษณะตามรายการที่ประเมิน
- ค. ให้ -1 คะแนน ถ้าไม่แน่ใจว่าแผนจัดการเรียนรู้นี้มีลักษณะตามรายการที่ประเมิน

ข้อ	รายการประเมิน	คะแนน
1	มีการแจ้งจุดประสงค์หรือบอกคุณค่าของบทเรียน.....	.....
2	มีการทบทวนความรู้เดิมและนำเข้าสู่บทเรียน.....	.....
3	กิจกรรมเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก.....	.....
4	มีกิจกรรมที่เน้นการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ความรู้ ทักษะ หรือทัศนคติระหว่างกันและกัน.....	.....
5	มีกิจกรรมและสื่อหลากหลาย.....	.....
6	ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการหรือเทคนิควิธีที่ให้ผู้เรียนสามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง.....	.....
7	มีการเสริมแรงและจูงใจในการเรียน.....	.....
8	ผู้เรียนมีโอกาสได้แสดงบทบาทในกิจกรรมอย่างทั่วถึง.....	.....
9	ผู้เรียนได้อ่าน ศึกษา ค้นคว้า กระทำ ฝึกปฏิบัติ หรือแก้ปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของเวลาทั้งหมดในแผน.....	.....
10	ผู้เรียนได้ฝึกความแม่นยำ หรือเสนอแนะผู้อื่น หรือวางแผนปฏิบัติจริง.....	.....
	รวม	.....

ผู้ประเมิน.....

วิธีการวิเคราะห์และแปลผลกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

1. รวมคะแนนในบรรทัดสุดท้ายของขवासุดของตาราง
2. นำคะแนนมารวมคำนวณหาค่าร้อยละโดยใช้สูตร

$$\frac{\text{คะแนนรวม}}{\text{จำนวนข้อในแบบประเมิน}} \times 100$$

3. แปลผลจากค่าร้อยละที่คำนวณได้ ดังนี้

ค่าร้อยละ	ความหมาย
ต่ำกว่า 60	อยู่ในระดับต้องปรับปรุง
60-69	อยู่ในระดับใช้ได้
70-79	อยู่ในระดับดี
80-100	อยู่ในระดับดีเยี่ยม

6. กิจกรรมการเรียนรู้ คือ สิ่งที่เป็นตัวกลางที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีแนวการเขียน ดังต่อไปนี้

- 6.1 ระบุสื่อให้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้
- 6.2 ระบุเฉพาะสื่อที่ใช้จริงในการจัดการเรียนรู้
- 6.3 ระบุชนิดและรายละเอียดของสื่อการเรียนรู้ เช่น ภาพชุดฉาย แผนภูมิ เพลง คุณธรรมที่ประการ แถบบันทึกภาพและเสียงเรื่องจริงชีวิตในบ้าน เป็นต้น
- 6.4 กรณีที่เป็นสื่อที่ใช้เพื่อทำกิจกรรมเป็นรายกลุ่มหรือรายบุคคลให้ระบุจำนวนชิ้นต่อกลุ่มหรือต่อรายบุคคล
- 6.5 ไม่ควรระบุสิ่งที่มีอยู่แล้วอย่างถาวรในห้องเรียนว่าเป็นสื่อการเรียนรู้ เช่น กระดานคำ ซอด้ก คินสอ ปากกา เป็นต้น

7. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ เป็นการกระทำเพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดเป็นการรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือและวิธีการต่างๆ เช่น การสังเกต การสัมภาษณ์ การสอบถาม การตรวจผลงาน และการทดสอบ เป็นต้น ส่วนการประเมินผลเป็นการกำหนดค่าหรือตัดสินสิ่งที่วัด เช่น ผ่าน – ไม่ผ่าน, ดี-ปานกลาง-อ่อน หรือ กำหนดค่าเป็นระดับ 4 3 2 1 0 เป็นต้น มีแนวการเขียนดังต่อไปนี้

- 7.1 ระบุวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์
- 7.2 ระบุวิธีการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ว่าจะใช้วิธีการใดบ้าง
- 7.3 ระบุเนื้อหาที่ต้องการวัดผลและประเมินผล

ตัวอย่างการเขียนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สังเกตความสนใจในการเรียน

สังเกตการออกเสียงควบกล้ำ

สอบถามวิธีการดูแลรักษาเครื่องมือการเกษตร

สอบถามความหมายของคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับอวัยวะ

ตรวจแบบฝึกหัดเรื่องการบวก

ตรวจการเขียนบรรยายภาพ

หมายเหตุ _____ หมายถึง วิธีการวัด

----- หมายถึง เนื้อหาที่ต้องการวัด

การเขียนแผนจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ นอกจากจะสามารถเขียนรายละเอียดภายในองค์ประกอบของแผนจัดการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้องและชัดเจนแล้ว ยังควรคำนึงถึงระดับภาษาที่ใช้เขียนให้อยู่ในระดับกึ่งทางการ ไม่ษาภาษาปากเข้ามาปะปน รวมทั้งควรคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบในแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเชื่อมโยงสอดคล้องกัน (ฉัฐวุฒิ กิจรุ่งเรือง และคณะ. 2545 : 50-70 อังอิงโน วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. 2549 : 265)

จากตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่นำมาเสนอข้างต้นสังเกตได้ว่า เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเจตนารมณ์ของหลักสูตร กล่าวคือ

1. มีการกำหนดจุดประสงค์ที่มุ่งให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ พิจารณา หาสาเหตุ และเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา ให้กำหนดแนวทางปฏิบัติ ให้สรุปคุณค่าของสิ่งที่ได้เรียน ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่หลักสูตรปลูกฝังให้เกิดแก่ผู้เรียนในด้านการพัฒนาตน

2. มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนอย่างเป็นกระบวนการ และใช้กระบวนการต่างๆ ได้แก่ กระบวนการกลุ่ม กระบวนการแก้ปัญหา และกระบวนการ 9 ประการ (เฉพาะข้อเด่น) โดยให้นักเรียนได้ตระหนักในปัญหาสิ่งแวดล้อม ได้กำหนดแนวทางปฏิบัติ ได้ลงมือปฏิบัติได้อภิปราย รายงานและสรุปผล เพื่อนำไปปฏิบัติจริงในชีวิตประจำวัน

3. นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้วิธีการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองจากแหล่งต่างๆ ทำให้นักเรียนได้วิธีการหาความรู้ติดตัวไปใช้ประโยชน์นอกเหนือจากตัวความรู้ที่ได้แล้ว

ดังนั้น ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้จึงควรได้กำหนดจุดประสงค์และจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับเจตนารมณ์ของหลักสูตรเป็นสำคัญ

1.5 ข้อควรคำนึงในการเขียนแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ควรคำนึงถึงข้อต่อไปนี้

1. เขียนให้ชัดเจนแจ่มแจ้งในทุกข้อ เพื่อให้ความกระจ่างแก่ผู้อ่าน มีรายละเอียดพอสมควร ไม่ย่อและไม่ละเอียดมากเกินไป

2. ใช้ภาษาเขียนที่สื่อความหมายได้เข้าใจตรงกัน เป็นประโยคที่ไต่ใจความ ไม่ใช่ความค้ำ ไม่ยืดเยื้อยืดยาว และไม่เป็นภาษาพูด

3. เขียนทุกหัวข้อหรือทุกช่องให้สอดคล้องกัน เช่น

3.1 สารสำคัญจะต้องสอดคล้องกับเนื้อหา

3.2 จุดประสงค์จะต้องสอดคล้องกับเนื้อหา กิจกรรม และการวัดผล

3.3 สื่อการเรียนรู้จะต้องสอดคล้องกับกิจกรรมและการวัดผล

4. เขียนให้เป็นลำดับขั้นตอนการสอนก่อน - หลัง ในทุกหัวข้อ

5. เขียนทุกหัวข้อให้ถูกต้อง เช่น จุดประสงค์ต้องเขียนให้เป็นจุดประสงค์เชิง

พฤติกรรม

6. จัดเนื้อหา กิจกรรม ให้เหมาะสมกับเวลาที่กำหนดให้

7. จัดกิจกรรมให้น่าสนใจอยู่เสมอ ไม่ควรใช้วิธีเดียวกันทุกครั้งที่สอน

8. เขียนให้เป็นระเบียบ ง่ายแก่การอ่าน และสะดวกชวนอ่าน

9. เขียนในสิ่งที่สามารถปฏิบัติได้จริง และสอนตามที่ได้วางแผนไว้

1.6 ลักษณะของแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดี

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีจะต้องช่วยให้การเรียนการสอนประสบผลสำเร็จได้ดี ดังนั้นผู้สอนจึงควรทราบถึงลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี ซึ่งมีดังนี้

1. สอดคล้องกับหลักสูตร และแนวการสอนของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ
2. นำไปใช้ได้จริงและมีประสิทธิภาพ
3. เขียนอย่างถูกต้องตามหลักวิชา เหมาะสมกับผู้เรียนและเวลาที่กำหนด
4. มีความกระชับชัดเจน ทำให้ผู้อ่านเข้าใจง่ายและเข้าใจได้ตรงกัน
5. มีรายละเอียดมากพอที่ทำให้ผู้อ่านสามารถนำไปใช้สอนได้

นอกจากนี้ วัลลภ กันทรพย (2534: 44-45) ได้เสนอแนะว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีควรมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีลักษณะ 3 ประการต่อไปนี้

1. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีกิจกรรมที่ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติให้มากที่สุด โดยครูเป็นเพียงผู้คอยชี้แนะ ส่งเสริมหรือกระตุ้นให้กิจกรรมที่ผู้เรียนดำเนินการเป็นไปตามความมุ่งหมาย

2. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบคำตอบหรือทำสำเร็จด้วยตนเอง โดยครูพยายามลดบทบาทจากผู้บอกคำตอบมาเป็นผู้คอยกระตุ้นด้วยคำถามหรือปัญหา ให้ผู้เรียนคิดแก้หรือหาแนวทางไปสู่ความสำเร็จในการทำกิจกรรมเอง

3. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่สามารถจัดหาได้ในท้องถิ่นหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุอุปกรณ์สำเร็จรูปราคาสูง

กล่าวโดยสรุป แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ให้แนวทางการสอนแก่ผู้สอนอย่างชัดเจนทั้งด้านจุดประสงค์การสอน เนื้อหาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อการสอน และการวัดผล ประเมินผลโดยเฉพาะแนวทางการจัดกิจกรรมควรเป็นกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ ได้คิด ได้ทำ ได้แก้ปัญหา และได้เกิดทักษะกระบวนการสามารถนำไปใช้ในชีวิตได้

การวางแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นการเตรียมการสอนล่วงหน้า ทำให้ครูมีแนวทางในการสอนได้ทราบว่าสอนเนื้อหาใด ในเวลาทำใด เพื่อจุดประสงค์ใด สอนโดยวิธีใด ใช้สื่ออะไร ประกอบการสอน และการวัดผลประเมินผลโดยวิธีใด การวางแผนการจัดการเรียนรู้จัดทำได้ 2 ลักษณะ คือ จัดทำเป็นกำหนดการสอนและจัดทำเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ในการจัดทำต้องศึกษาหลักสูตร ศึกษาแนวการสอนของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ เป็นหลัก จะช่วยให้จัดการเรียนการสอนสอดคล้องกับหลักการ จุดหมายหลักสูตร เพื่อให้

การสอนบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ ผู้สอนควรได้เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างรอบคอบ กระจ่างชัดเจน และให้ความสอดคล้องสัมพันธ์กัน เมื่อนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ควรได้ดำเนินการสอนตามแผนที่วางไว้ทุกชั้นตอนก็จะเป็นการวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่ให้คุณค่าอย่างแท้จริง

2. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 2

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้เน้นการจัดการศึกษาโดยกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ ตามระดับพัฒนาการของผู้เรียน ตั้งแต่ช่วงชั้นที่ 1 จนถึงช่วงชั้นที่ 4 และกำหนดสาระการเรียนรู้ที่เป็นสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ประกอบด้วย เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนควรบูรณาการสาระต่างๆ เข้าด้วยกันเท่าที่จะเป็นไปได้ (กรมวิชาการ. 2545 : 1-7)

สาระที่เป็นองค์ความรู้และมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

สาระที่ 2 การวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

สาระที่ 4 พีชคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

สาระที่ 6 ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์

สำหรับผู้เรียนที่มีความสนใจหรือความสามารถสูงทางคณิตศาสตร์ สถานศึกษาอาจจัดให้ผู้เรียนเรียนรู้สาระที่เป็นเนื้อหาวิชาให้กว้างขึ้น เข้มข้นขึ้น หรือฝึกทักษะกระบวนการมากขึ้น โดยพิจารณาจากสาระหลักที่กำหนดไว้นี้ หรือสถานศึกษาอาจจัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์อื่นๆ เพิ่มเติมก็ได้ เช่น แคลคูลัสเบื้องต้น หรือทฤษฎีกราฟเบื้องต้น โดยพิจารณาให้เหมาะสมกับความสามารถและความต้องการของผู้เรียน

สำหรับช่วงชั้นที่ 1 และช่วงชั้นที่ 2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มุ่งเน้นการศึกษาเพื่อเป็นพื้นฐานและเครื่องมือในการเรียนรู้สาระต่างๆ ตลอดจนพัฒนาความรู้ความสามารถของตนเอง มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่กำหนดไว้นี้ เป็นมาตรฐานที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน

สาระมาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-ป.6)

สาระที่ 1 : จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค. 1.1 : เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

1. มีความคิดรวบยอดและความรู้ลึกเชิงจำนวน (Number Sense) เกี่ยวกับจำนวนนับ เศษส่วน และทศนิยม
2. อ่าน เขียนตัวหนังสือและตัวเลขแสดงจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละได้
3. เปรียบเทียบจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละได้

มาตรฐาน ค 1.2 : เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละ
2. บวก ลบ คูณ และหารจำนวนนับ ศูนย์ เศษส่วน และทศนิยม พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้
3. อธิบายผลที่ได้จากการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ ศูนย์ เศษส่วน และทศนิยม พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการของจำนวนต่างๆ ได้
4. แก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ ศูนย์ เศษส่วน และทศนิยม พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และสามารถสร้างโจทย์ได้

มาตรฐาน ค 1.3 : ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

1. บวก ลบ คูณ หารจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมโดยการประมาณได้
2. เข้าใจเกี่ยวกับการประมาณค่าและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.4 : เข้าใจระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้

1. เข้าใจเกี่ยวกับหลักและค่าประจำหลัก และสามารถเขียนจำนวนในรูปกระจายได้
2. เข้าใจสมบัติต่างๆ เกี่ยวกับจำนวนนับและศูนย์พร้อมทั้งสามารถ

นำสมบัติไปใช้ในการคำนวณได้

3. เข้าใจเกี่ยวกับ ห.ร.ม. และค.ร.น. และสามารถนำไปใช้ได้

สาระที่ 2 : การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 : เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด

1. เข้าใจเกี่ยวกับการวัดความยาว (กิโลเมตร เมตร เซนติเมตร มิลลิเมตร วา) การวัดพื้นที่ (ตารางกิโลเมตร ตารางเมตร ตารางเซนติเมตร ตารางวา) การวัดน้ำหนัก (เมตริกตัน กิโลกรัม ชีต กรัม) และการวัดปริมาตร (ลูกบาศก์เมตร ลูกบาศก์เซนติเมตร ลิตร มิลลิตร ถัง เกวียน)

2. เข้าใจเกี่ยวกับเงิน เวลา ทิศ แขนง ปริมาตร และความจุ

3. เลือกใช้เครื่องมือและหน่วยการวัดที่เป็นมาตรฐานได้อย่างเหมาะสม

4. บอกความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยการวัดในระบบเดียวกันได้

มาตรฐาน ค 2.2 : วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้

1. ใช้เครื่องมือวัดที่เป็นมาตรฐานวัดความยาว น้ำหนัก และปริมาตรของสิ่งต่างๆได้

2. หาความยาว พื้นที่ ปริมาตร และความจุจากการทดลองและใช้สูตรได้

3. บอกเวลา ช่วงเวลาและจำนวนเงินได้

4. วัดขนาดของมุมได้

5. คาดคะเนความยาว ระยะทาง พื้นที่ น้ำหนัก ปริมาตร และความจุเพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

มาตรฐาน ค 2.3 : แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

1. นำความรู้เกี่ยวกับการวัด เงิน เวลา ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆได้

2. นำความรู้เกี่ยวกับเรื่องทิศและมาตราส่วนไปใช้ในการอ่านและเขียนแผนผังได้

สาระที่ 3 : เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 : อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

1. จำแนกชนิดของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

2. บอกสมบัติของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

3. สร้างรูปเรขาคณิตสองมิติและประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติได้
มาตรฐาน ค 3.2 : ใช้การนึกภาพ ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิตในการแก้ปัญหาได้

1. นึกภาพสิ่งของ รูปเรขาคณิต และเส้นทางพร้อมทั้งอธิบายได้
2. บอกได้ว่ารูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติใดบ้างพร้อมทั้งเขียนรูปเรขาคณิตสองมิตินั้นได้
3. บอกได้ว่ารูปเรขาคณิตสองมิติที่กำหนดให้ สามารถประกอบเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติใด

สาระที่ 4 : พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1: อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ และฟังก์ชันต่างๆ ได้

1. อธิบายแบบรูปและความสัมพันธ์และนำความรู้ไปใช้ได้

มาตรฐาน ค 4.2 : ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

1. วิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหาที่ซับซ้อนและสามารถจำลองสถานการณ์นั้น ให้อยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์ที่มีตัวไม่ทราบค่า
2. แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่กำหนดให้ได้

สาระที่ 5 : การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 : เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

1. รวบรวมข้อมูลจากการสังเกต การสำรวจ และการทดลองได้
2. อ่านและอภิปรายประเด็นต่างๆ จากแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิรูปวงกลม ตาราง และกราฟได้
3. นำเสนอข้อมูลในรูปแผนภูมิแบบต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

มาตรฐาน ค 5.2 : ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

1. อภิปรายสถานการณ์เพื่อสร้างความคุ้นเคยกับคำที่มีความหมาย เช่นเดียวกับคำว่า “แน่นอน” “อาจจะใช่หรือไม่ใช่” “เป็นไปได้ไม่ได้” และรู้จักคาดเดาสถานการณ์ต่างๆ โดยใช้คำเหล่านี้ได้

มาตรฐาน ค 5.3 : ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็น ช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหาได้

สาระที่ 6 : ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 : มีความสามารถในการแก้ปัญหา

1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหาได้
2. ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง

ได้

มาตรฐาน ค 6.2 : มีความสามารถในการให้เหตุผล

1. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

มาตรฐาน ค 6.3 : มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

1. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

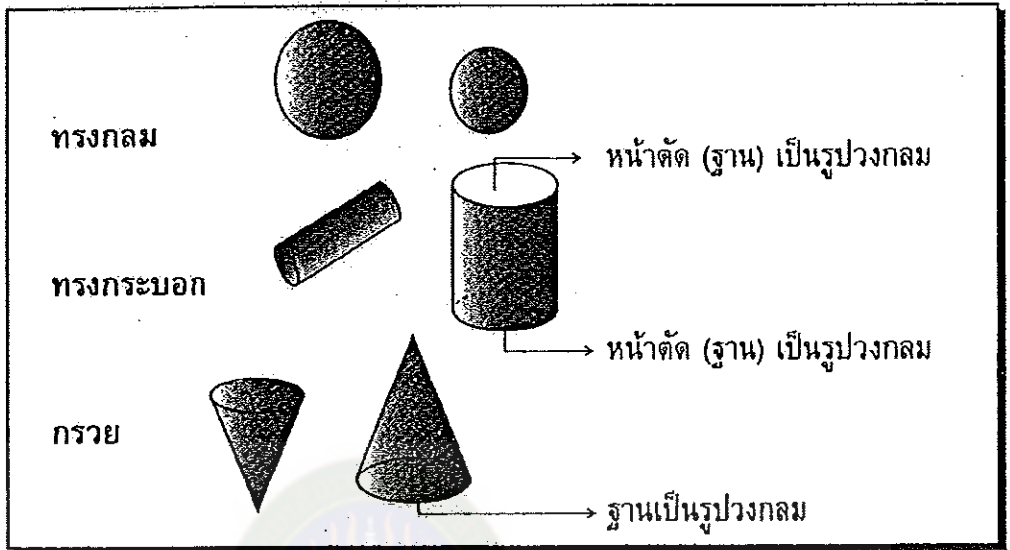
มาตรฐาน ค 6.4 : มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ได้

3. เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

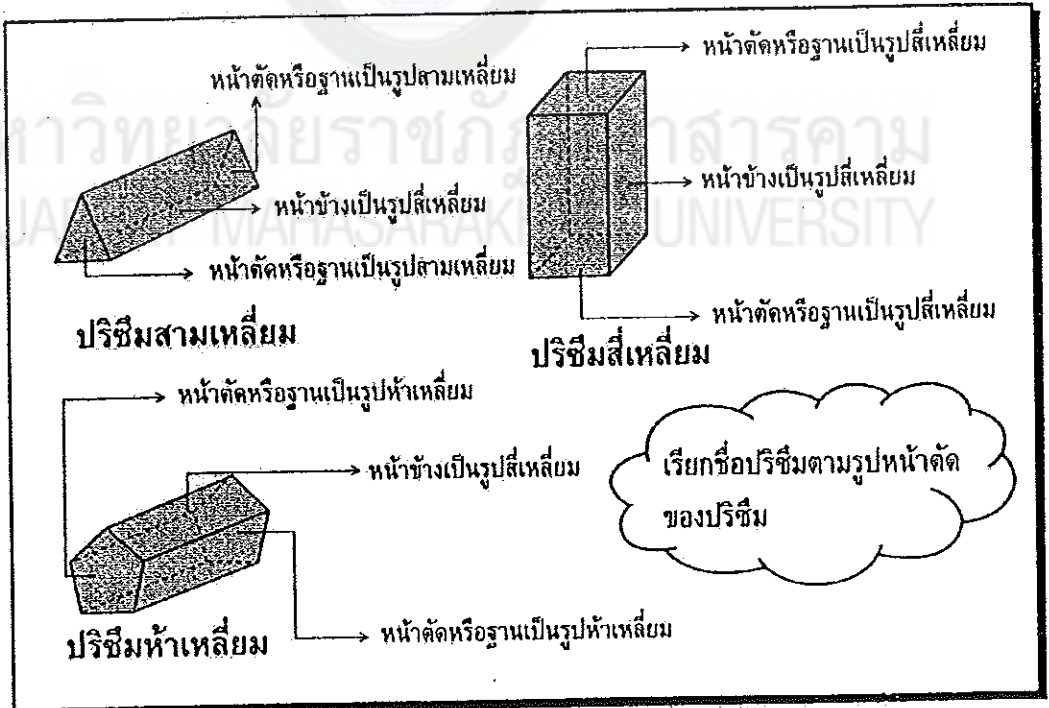
เนื้อหาเรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จะมีรายละเอียดเหมือนกับเนื้อหาในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 แต่มีความแตกต่างกัน ดังนี้

1. ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (บทที่ 14 : รูปทรงและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก) ได้อธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิต รูปทรงเรขาคณิต ทรงเรขาคณิต รูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและลูกบาศก์ไว้อย่างละเอียดแล้วนำมาทบทวนใหม่ ในชั้นนี้จะเน้นประเด็นการคำนวณเพื่อหาปริมาตรเป็นหลัก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2549 :

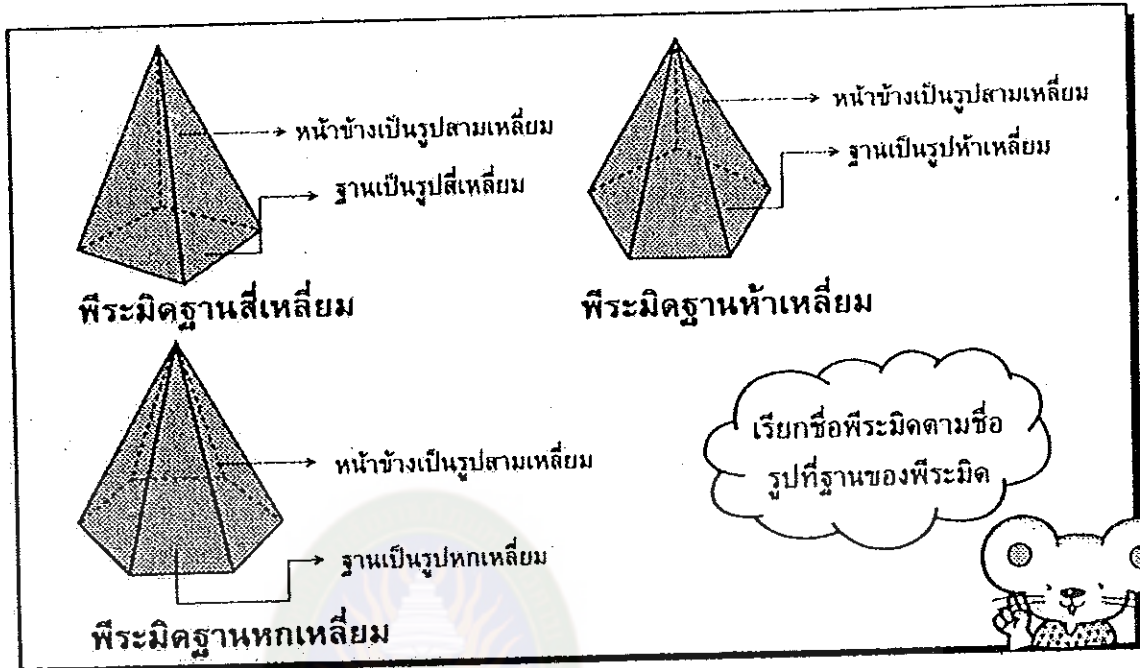
ทรงกลม ทรงกระบอก และกรวย



ปริซึม



พีระมิด



เทคนิคการสอนและรูปแบบการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบวิชาคณิตศาสตร์เบื้องต้นของสมนึก ภัททิยชนี (2546 : 193 – 197) กล่าวไว้ว่า

2. เกี่ยวกับทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก นอกจากจะเน้นให้เห็นว่าเป็นทรงที่มี 6 ด้าน แต่แต่ละด้านมีมุมฉาก 4 มุม จึงมีมุมฉากทั้งหมด 24 มุม และแยกกล่าวรายละเอียดได้ดังนี้

2.1 ประเภทของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและสูตรการหาปริมาตร ผู้เขียนยังไม่เห็นในเอกสาร ตำราเล่มใดแบ่งชนิดของทรงสี่เหลี่ยม แม้จะแสดงเป็นรูปทรง ก็เพียงแต่ถามว่าเป็นรูปสี่เหลี่ยมชนิดใด (สี่เหลี่ยมมุมฉาก ปริซึม พีระมิด...) นักเรียนจึงเรียนเรื่องเหล่านี้โดยไม่ได้ฝึกคิดให้กระจ่างชัดและไม่สามารถมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับทรงชนิดนี้ได้ถูกต้อง แม่นยำในความเป็นจริงทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากจะแบ่งเป็น 3 ประเภทและมีสูตรการหาปริมาตรดังนี้

2.1.1 ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากประเภทลูกบาศก์ คือ ด้านทั้ง 6 ด้าน เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่เท่ากันทุกประการ ตัวอย่างทรงประเภทนี้ ได้แก่ ลูกเต๋า กล้องสำหรับบรรจุวัตถุสิ่งของทรงกลม เช่น ลูกตะกร้อ ลูกบาสเกตบอล ลูกฟุตบอล เป็นต้น

$$\begin{aligned} \text{สูตรปริมาตรทรงสี่เหลี่ยมชนิดนี้} &= \text{ด้าน} \times \text{ด้าน} \times \text{ด้าน} \\ &= \text{ด้าน}^3 \end{aligned}$$

ตัวอย่าง 1 ลูกบาศก์มีด้านยาวด้านละ 5 เซนติเมตร จะมีปริมาตรเท่าไร

$$\text{ดังนั้น มีปริมาตร} = 5 \times 5 \times 5 = 125 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร}$$

2.1.2 ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากประเภทที่ด้านตรงกันข้าม 1 คู่ เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่เท่ากันทุกประการ ส่วนอีก 4 ด้าน เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่เท่ากันทุกประการ ตัวอย่างทรงประเภทนี้ ได้แก่ บางส่วนของเสาเข็มสร้างตึก เสาบ้านชนิดสี่เหลี่ยม ปิ๊บใส่น้ำตาล ถาดขนมหวานชนิดที่ก้นถาดเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ก่อตั้งสำหรับบรรจุวัตถุสิ่งของทรงกระบอก ได้แก่ ก่อตั้งใส่ขวดสุรา หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ เป็นต้น

$$\begin{aligned} \text{สูตรปริมาตรทรงสี่เหลี่ยมประเภทนี้} &= \text{ด้าน} \times \text{ด้าน} \times \text{สูง} \\ &= \text{ด้าน}^2 \times \text{สูง} \end{aligned}$$

ตัวอย่าง 2 ปิ๊บใบหนึ่งก้นเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 25 เซนติเมตร สูง 40 เซนติเมตร มีความจุ เท่าไร

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น ปิ๊บมีความจุ} &= 25 \times 25 \times 40 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร} \\ &= 25,000 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร} \end{aligned}$$

2.1.3 ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากประเภทที่ด้านตรงกันข้าม 3 คู่ เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่เท่ากันทุกประการคู่ต่อคู่ ทรงสี่เหลี่ยมประเภทนี้พบเห็นมากที่สุด ตัวอย่าง ได้แก่ ก่อตั้งซอล์ก โต๊ะครู โต๊ะนักเรียน ห้องเรียน กระดานซอล์ก หนังสือ กระดาษสมุด แต่ละแผ่น ธนบัตร ไม้กระดาน ตึกแถว ก่อตั้งบรรจุเครื่องคิมต่าง ๆ เป็นต้น

$$\text{สูตรปริมาตรทรงสี่เหลี่ยมประเภทนี้} = \text{กว้าง} \times \text{ยาว} \times \text{สูง}$$

ตัวอย่าง 3 ก้อนอิฐกว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร หนา 4 เซนติเมตร มีปริมาตรเท่าไร

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น ก้อนอิฐมีปริมาตร} &= 5 \times 10 \times 4 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร} \\ &= 200 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร} \end{aligned}$$

หมายเหตุ 1. วัตถุสิ่งของต่างๆ ทุกชนิดจะไม่ใช่เป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากชนิดที่มีด้าน 4 ด้าน เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่เท่ากันทุกประการ อีก 2 ด้านเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่เท่ากันทุกประการ

2. สูตรหาปริมาตรที่กล่าวถึงทั้ง 3 สูตร อาจจะประยุกต์เป็น พื้นี่ฐานคูณสูงก็ได้

3. ครูผู้สอนควรใช้กระดาษแข็งทำกล่องลูกบาศก์ที่มีความจุ 1 ลิตร ให้นักเรียนได้สัมผัส (กล่องยาวด้านละ 10 เซนติเมตร) อาจจะทดลองใส่น้ำให้เต็มเพื่อให้นักเรียนได้เห็นปริมาตร 1 ลิตร หรือ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

4. การคำนวณความจุทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ต้องเน้นให้นักเรียนเห็นว่า ปริมาตรดังกล่าวมีจำนวนมายน้อยเพียงใด เช่น จำนวน 1 ลิตร เท่ากับ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร แปลว่า ถ้าเอาลูกบาศก์ (ลูกเต๋า) ที่มีขนาดด้านละ 1 เซนติเมตร ใสลงไปให้แน่น จะได้ 1,000 แท่งพอดี เป็นต้น

2.2 การนำสูตรหาปริมาตรทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากไปประยุกต์ใช้กับเรื่องต่างๆ มีหลายรูปแบบ แต่รูปแบบที่นักเรียนมักจะสับสนได้คำตอบที่ผิด มี 2 ลักษณะดังนี้

2.2.1 การถามปริมาตรที่ต้องอาศัยการเปลี่ยนหน่วยด้วย

ตัวอย่าง 4 ตู้ข้าวกว้าง 4 เมตร ยาว 6 เมตร สูง 3 เมตร ตู้ข้าวได้กี่เกวียน
ข้อนี้ต้องสอนหลักในการเปลี่ยนหน่วย และการแสดงวิธีทำต้องกะทัดรัดเข้าใจได้ง่าย ดังตัวอย่าง

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 \text{สูตรหาความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก} &= \text{กว้าง} \times \text{ยาว} \times \text{สูง} \\
 \text{ดังนั้น ตู้ข้าวมีความจุ} &= 4 \times 6 \times 3 \quad \text{ลูกบาศก์เมตร} \\
 (1 \text{ เมตร} = 100 \text{ เซนติเมตร}) &= 72 \times 100 \times 100 \times 100 \quad \text{ลบ.ซม.} \\
 (1 \text{ ลิตร} = 1,000 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร}) &= \frac{72 \times 100 \times 100 \times 100}{1,000} \quad \text{ลิตร} \\
 (1 \text{ ถัง} = 20 \text{ ลิตร}) &= \frac{72,000}{20} \quad \text{ถัง} \\
 (1 \text{ เกวียน} = 100 \text{ ถัง}) &= \frac{3,600}{100} \quad \text{เกวียน} \\
 &= 36 \quad \text{เกวียน}
 \end{aligned}$$

ในข้อนี้ถ้าเทียบมาตราส่วนทุกขั้นตอน การแสดงวิธีทำจะยาวมาก และนักเรียนเข้าใจยาก ควรใช้วิธีเปลี่ยนหน่วย โดยอธิบายประกอบให้เป็นจริงและไม่ควรให้นักเรียนท่องจำระบบการเปลี่ยนหน่วยอย่างเลื่อนลอย เช่น ไม่ควรให้ท่องจำว่า 1 ม³ หรือ 1 ลูกบาศก์เมตร เท่ากับ 1,000,000 ซม.³ หรือ 1,000,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในความเป็นจริงคือ 1 เมตร × 1 เมตร × 1 เมตร เท่ากับ 100 เซนติเมตร × 100 เซนติเมตร × 100 เซนติเมตร ซึ่งนักเรียนทราบแล้วว่า 1 เมตร เท่ากับ 100 เซนติเมตร

2.2.2 โจทย์ระบุปริมาตร แล้วให้หาความยาวด้านใดด้านหนึ่ง

ตัวอย่าง 5 ถังทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ฐานกว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 80 เซนติเมตร มีน้ำบรรจุในถัง 200 ลิตร ระดับผิวน้ำสูงจากก้นถังเท่าไร

ข้อนี้นอกจากการใช้ความรู้ในการเปลี่ยนหน่วยแล้ว ต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับการแก้สมการด้วย หากไม่มีทักษะการแก้สมการ มักจะคำนวณผิด ดังตัวอย่าง

วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{สูตรความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก} &= \text{กว้าง} \times \text{ยาว} \times \text{สูง} \\ \text{ดังนั้น} \quad 200 \text{ ลิตร} &= 50 \text{ ซม.} \times 80 \text{ ซม.} \times \text{สูง} \\ 200 \times 1000 \text{ ซม.} \times \text{ซม.} \times \text{ซม.} &= 50 \times 80 \times \text{สูง} \quad \text{ซม.} \times \text{ซม.} \\ \text{สูง} &= \frac{200 \times 1,000}{50 \times 80} \quad \text{ซม.} \\ \therefore \text{ระดับน้ำในถังสูง} &= 50 \quad \text{ซม.} \end{aligned}$$

2.3 ครูผู้สอนต้องเน้นเรื่องการเปลี่ยนปริมาตรที่ควรทราบ ดังนี้

1 เกวียน	= 100	ถึง
1 เกวียน	= 2,000	ลิตร
1 ลิตร	= 1,000	ลูกบาศก์เซนติเมตร
1 คิว	= 1	ลูกบาศก์เมตร

กรณี คิว เป็นคำย่อของ คิวบิกเมตร (Cubic Metre) ครูควรแสดงความจุ 1 คิว โดยผูกโครงไม้ไผ่ให้นักเรียนได้เห็น ดังได้กล่าวมาแล้วในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (บทที่ 5 : การวัดความยาว การชั่ง การตวง) ข้อ 3.3 ส่วนหน่วยคิวที่ใช้กับความจุของตู้เย็น เป็นคำย่อของคิวบิกฟุต (ลูกบาศก์ฟุต)

3. เกี่ยวกับทรงอื่นๆ ครูผู้สอนควรอธิบายให้นักเรียนรู้จักพอสังเขป พร้อมทั้งยกตัวอย่างวัตถุสิ่งของที่เป็นรูปทรงเหล่านั้นประกอบ และฝึกการคำนวณโดยใช้สูตรต่างๆ รูปทรงอื่นๆ ควรเรียงลำดับการสอน ดังนี้ (ควรพลิกไปอ่านลักษณะรูปทรงในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 บทที่ 14 : รูปทรงและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากด้วย)

3.1 ปริซึม เรียกชื่อตามรูปหน้าตัด และปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉากกับทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก เป็นสิ่งเดียวกันดังได้กล่าวมาแล้วในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (บทที่ 14)

$$\text{สูตรปริมาตรของปริซึม} = \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{สูง}$$

ตัวอย่าง 6 ปริซึมหกเหลี่ยมมีพื้นที่ 60 ตารางหน่วย สูง 12 หน่วย มีปริมาตรเท่าไร
ดังนั้น ปริซึมมีปริมาตร

$$= 60 \times 12 \quad \text{ตารางหน่วย}$$
$$= 720 \quad \text{ตารางหน่วย}$$

3.2 พีระมิด นักเรียนจะจำสับสนกับปริซึม และพีระมิดจะมีปริมาตรเป็น $\frac{1}{3}$ ของปริซึม ที่มีฐานและสูงเท่ากัน

$$\text{สูตรปริมาตรของพีระมิด} = \frac{1}{3} \times \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{สูง}$$

ตัวอย่าง 7 พีระมิดมีพื้นที่ฐาน 21 ตารางเมตร สูง 5 เมตร มีปริมาตรเท่าไร
ดังนั้น พีระมิดปริมาตร

$$= \frac{1}{3} \times 21 \times 5 \quad \text{ลูกบาศก์เมตร}$$
$$= 35 \quad \text{ลูกบาศก์เมตร}$$

3.3 ทรงกระบอก มักจะมีหน้าตัด 2 ข้าง เป็นรูปวงกลมที่มีขนาดเท่ากัน

$$\text{สูตรปริมาตรของทรงกระบอก} = \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{สูง}$$
$$= \text{พื้นที่รูปวงกลม} \times \text{สูง}$$

ตัวอย่าง 8 กระบอกไม้ไผ่มีรัศมีใน 5 เซนติเมตร ยาว 28 เซนติเมตร มีปริมาตรเท่าไร

ดังนั้น กระบอกไม้ไผ่มีปริมาตร

$$= \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{สูง}$$
$$= \frac{22}{7} \times 5 \times 5 \times 28 \quad \text{ลูกบาศก์เซนติเมตร}$$
$$= 2,200 \quad \text{ลูกบาศก์เซนติเมตร}$$

3.4 กรวย ปริมาตรของกรวยเป็น $\frac{1}{3}$ ของปริมาตรของทรงกระบอกที่มีฐานและสูงเท่ากัน แต่นักเรียนจำนวนมากเข้าใจว่า กรวยมีปริมาตรเป็น $\frac{1}{2}$ ของทรงกระบอก ดังนั้นครูผู้สอนควรใช้สื่อทดลองให้นักเรียนเห็นจริง โดยครูทำกรวยด้วยแผ่นใสให้มีขนาดของฐานและสูงเท่ากับแก้วน้ำ แล้วทำการตวงทรายหรือข้าวสาร ให้นักเรียนได้เห็นจริง

$$\text{สูตรปริมาตรของกรวย} = \frac{1}{3} \times \text{พื้นที่วงกลม} \times \text{สูง}$$

ตัวอย่าง 9 พื้นที่ฐานของกรวยมีขนาด 105 ตารางนิ้ว สูง 12 นิ้ว มีปริมาตรเท่าไร

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น มีปริมาตร} &= \frac{1}{3} \times 105 \times 12 && \text{ลูกบาศก์นิ้ว} \\ &= 420 && \text{ลูกบาศก์นิ้ว} \end{aligned}$$

3.5 ทรงกลม การหาปริมาตรค่อนข้างยาก ดังนั้นในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จะหาปริมาตรของทรงกลมโดยทางอ้อม ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง 10 กล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ฐานกว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร ใส่น้ำไว้สูง 7 เซนติเมตร นำก้อนเหล็กทรงกลมใส่ลงไปจมทั้งก้อน ระดับของน้ำสูงขึ้นเป็น 11 เซนติเมตรก้อนเหล็กมีปริมาตรเท่าไร

วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรของก้อนเหล็กทรงกลม} &= \text{ปริมาตรของน้ำบรรจุในกล่องสี่เหลี่ยมมุมฉาก} \\ &= \text{กว้าง} \times \text{ยาว} \times \text{สูง} \\ &= 10 \times 15 \times (11-7) && \text{ลูกบาศก์เซนติเมตร} \\ &= 150 \times 4 && \text{ลูกบาศก์เซนติเมตร} \\ &= 600 && \text{ลูกบาศก์เซนติเมตร} \end{aligned}$$

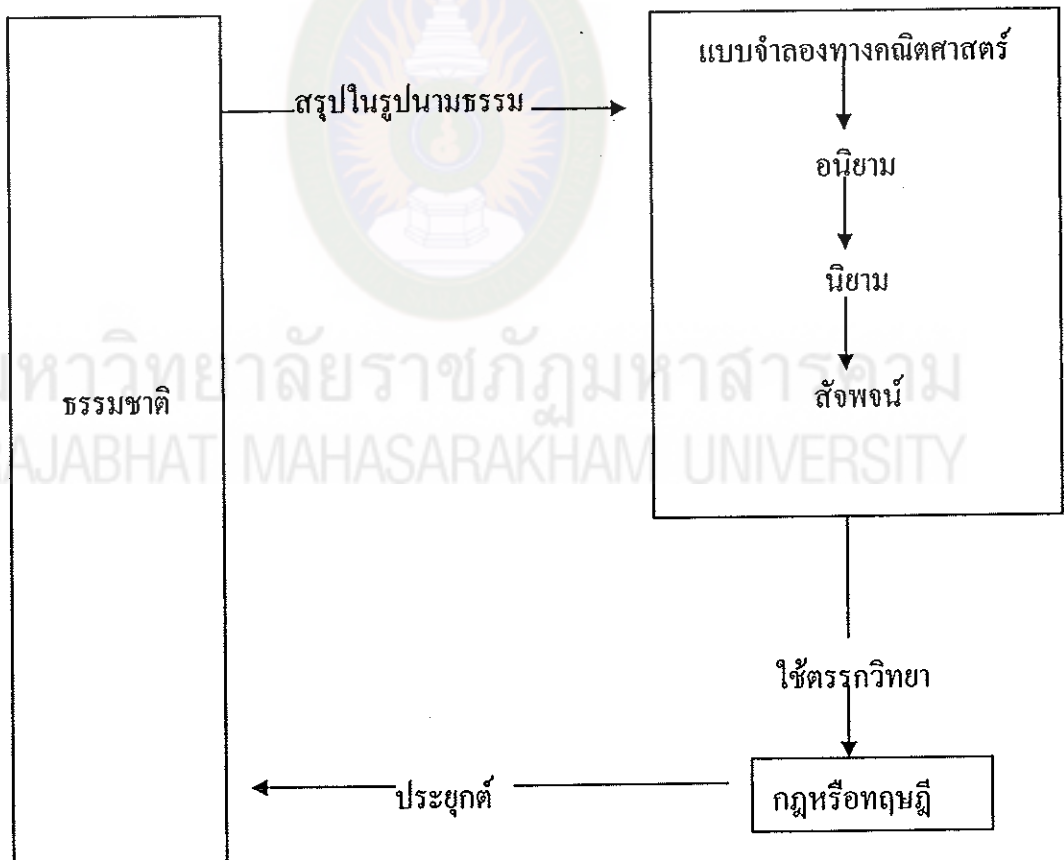
4. วิชาคณิตศาสตร์

4.1 ธรรมชาติของคณิตศาสตร์

สุรัชย์ ขวัญเมือง (2533 : 3) กล่าวว่า ครูคณิตศาสตร์ควรจะมี ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของการเรียนคณิตศาสตร์พอสมควร เพราะความรู้ดังกล่าวสามารถนำไปวิเคราะห์สภาพการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ สามารถเลือกและปรับปรุงกลวิธีในการสอนและวัสดุประกอบการสอนให้เหมาะสมกับสภาพของนักเรียน ซึ่งธรรมชาติของคณิตศาสตร์มีดังนี้

1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับความคิดรวบยอด (concept) ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์เป็นการสร้างความคิดอันดับหนึ่งให้เกิดขึ้น ความคิดรวบยอดนี้เป็นการสรุปข้อคิดที่เหมือนกัน อันเกิดจากประสบการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

2. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้าง ดังนี้



ภาพประกอบที่ 1 แผนภูมิโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

3. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่แสดงความเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่แสดงความสัมพันธ์และตรรกวิทยา คือ ทุกขั้นตอนจะเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน มีความสัมพันธ์กันอย่างแยกไม่ออก

4. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ใช้สัญลักษณ์ ซึ่งจะกำหนดสัญลักษณ์ขึ้นเพื่อใช้ในการสื่อความหมายที่มีลักษณะเช่นเดียวกับภาษาอื่น ๆ เช่น $5 - 2 = 3$ ทุกคนจะมีความเข้าใจว่าหมายถึง อะไรและคำตอบที่ได้จะเป็นอย่างเดียวกัน เป็นต้น

บุญทัน อยู่บุญชม (2529 : 46) ได้ให้ความหมายธรรมชาติของคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาเกี่ยวกับความคิดรวบยอด ซึ่งเป็นการสรุปข้อคิดที่เหมือนกันซึ่งเกิดจากประสบการณ์ ความคิดรวบยอดจะเกิดขึ้นเมื่อสภาพที่แท้จริงได้ถูกแสดงออกมาผู้เรียนจะต้องพร้อมและเต็มใจที่จะเรียน นอกจากนี้ผู้เรียนยังต้องการคำแนะนำต้องการรู้แหล่งที่จะค้นหาความจริงและต้องการเวลาด้วย

2. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้าง ที่คล้ายกับโครงสร้างของปรัชญาและศาสตร์ที่เกี่ยวกับศาสนา เพราะเป็นโครงสร้างที่มีเหตุผล โครงสร้างเหล่านี้จะเป็นส่วนสำคัญต่อการนำไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

3. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่แสดงความเป็นเหตุเป็นผลกัน เป็นวิชาที่ส่งเสริมการคิดคำนวณ ซึ่งประกอบด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถพิสูจน์หาข้อเท็จจริงได้อย่างมีเหตุผล เพราะเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์มีลำดับขั้นและวิธีการที่แน่นอนอยู่เสมอ

4. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ใช้สัญลักษณ์ มีการกำหนดสัญลักษณ์ที่รัดกุมและสื่อความหมายแทนความคิดได้ถูกต้อง เช่น $4 + 5 = 9$ ตัวเลขและเครื่องหมายเป็นสัญลักษณ์แทนความคิดและภาษาธรรมชาติได้อย่างรัดกุมเพราะเมื่อมองเห็นแล้วก็เข้าใจได้ทันที

กัญญา โพธิ์วัฒน์ (2542 : 6) ได้สรุปธรรมชาติของคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิดรวบยอด (Concept) ความคิดรวบยอดนี้เป็นการสรุปข้อคิดที่เหมือนกัน อันเกิดจากประสบการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เช่น ของสองหมู่อ้าจับคู่หนึ่งต่อหนึ่งได้พอดี แสดงว่า มีจำนวนเท่ากัน

2. คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม (Abstract) คำทุกคำ ประโยคทุกประโยคในวิชาคณิตศาสตร์ว่าด้วยนามธรรมทั้งสิ้น ทั้งนี้สืบเนื่องมาจาก แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เริ่มจากนิยามที่เป็นนามธรรม เช่น เป็นอนินยาม ซึ่งเป็นนามธรรม

3. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ใช้สัญลักษณ์ สัญลักษณ์ที่ใช้แทนความคิด เป็นเครื่องมือในการฝึกสมอง ช่วยให้เกิดการกระทำในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การพิสูจน์ เช่น $+$, $-$, \times และ \div

4. คณิตศาสตร์เป็นภาษาอย่างหนึ่ง มีการกำหนดสัญลักษณ์ที่รัดกุม สื่อความหมายได้ถูกต้อง เพื่อแสดงความหมายแทนความคิด เช่นเดียวกับภาษา เช่น $5 - 2 = 3$ ทุกคนจะมีความเข้าใจว่าหมายถึงอะไร และจะได้คำตอบเป็นอย่างเดียวกัน

5. คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นตรรกศาสตร์ มีการแสดงความเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน ทุกขั้นตอนของความคิด จะเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน มีความสัมพันธ์กัน เช่น $2 \times 3 = 6$ และ $3 \times 2 = 6$ เพราะฉะนั้น $2 \times 3 = 3 \times 2$

6. คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นปรนัยอยู่ในตัวเอง มีความถูกต้องเที่ยงตรง สามารถพิสูจน์หรือทดสอบได้ด้วยหลักเหตุผลและการใช้กฎเกณฑ์ที่แน่นอน เช่น $1 + 4 = ?$

7. คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นวิทยาศาสตร์ โดยสร้างแบบจำลองและศึกษาความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ต่าง ๆ มีการพิสูจน์ ทดลองหรือสรุปอย่างมีเหตุผลตามความเป็นจริง

8. คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง ความงามของคณิตศาสตร์ คือ ความมีระเบียบแบบแผนและความกลมกลืนที่เกิดขึ้นภายใน

9. คณิตศาสตร์มีความเป็นกรณีทั่วไป (Generalization) เป็นวิชาที่มุ่งหากรณีทั่วไปของสิ่งต่าง ๆ แทนที่จะหากรณีเฉพาะเท่านั้น เช่น $2 \times 3 = 3 \times 2$ กรณีทั่วไปจะได้ว่า $a \times b = b \times a$

10. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้าง โครงสร้างของวิชาคณิตศาสตร์ในรูปแบบที่สมบูรณ์แล้วจะเริ่มด้วยธรรมชาติ ซึ่งอาจเป็นทางฟิสิกส์ ชีววิทยา เศรษฐศาสตร์ จิตวิทยา ธุรกิจ เราพิจารณาเนื้อหาเหล่านี้แล้วสรุปในรูปแบบนามธรรม สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของเนื้อหานั้น ๆ แบบจำลองนี้ประกอบด้วย อนิยาม (Undefined Term) นิยาม (Defined Term) และสัจพจน์ (Axiom หรือ Postulate) จากนั้น จะใช้ตรรกวิทยา สรุปเป็นกฎหรือทฤษฎีแล้วนำผลเหล่านั้นไปประยุกต์ใช้ในธรรมชาติต่อไป

จะเห็นได้ว่า คณิตศาสตร์ปัจจุบันเน้นความสำคัญของโครงสร้างและวิธีการทางคณิตศาสตร์มากกว่าการคิดคำนวณแบบเครื่องจักร เครื่องยนต์ (จิวีวรรณ กิรติกร.2527 : 34) โดยที่ไม่รู้ความหมายหรือเหตุผล การที่ครูสอนให้นักเรียนเข้าใจเรื่องราวและความเป็นมาของคณิตศาสตร์ จะช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

4.2 ความสำคัญของคณิตศาสตร์

สมทรง คอนแก้วบัว (2528 : 7) กล่าวว่า วิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญและมีบทบาทต่อบุคคลมาก คณิตศาสตร์ช่วยฝึกให้คนมีความคิดรอบคอบ มีเหตุผล รู้จักหาความจริง การมีคุณธรรมเช่นนี้อยู่ในใจเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าความเจริญในด้านวิชาการใด ๆ นอกจากนั้นเมื่อเด็กคิดเป็นและเคยชินต่อการแก้ปัญหาตามวัยไปทุกระยะแล้ว เมื่อเป็นผู้ใหญ่ย่อมสามารถแก้ปัญหาชีวิตได้ คณิตศาสตร์ยังเป็นรากฐานของวิทยาศาสตร์และเป็นวิชาหลักเป็นรากฐานและเป็นกุญแจนำไปสู่วิชาการอื่น ๆ มากมาย ไม่ว่าจะเป็นทางศิลปะ ดนตรี นาฏศิลป์ ประวัติศาสตร์หรือด้านวิทยาศาสตร์ เช่น ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ ฯลฯ

กรมวิชาการ(2545 : 1) กล่าวถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ว่า มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนามนุษย์ให้สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญาและอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข คณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาความคิด ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหาอย่างถูกต้องเหมาะสม เป็นระบบและเป็นพื้นฐานในการศึกษาศาสตร์อื่น ๆ

4.3 ประโยชน์ของคณิตศาสตร์

สมทรง คอนแก้วบัว (2528 : 8) กล่าวถึง ประโยชน์ของคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ความสำคัญในชีวิตประจำวัน ที่ต้องใช้และเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์อยู่เสมอจนบางครั้งเรายังไม่ทันนึกว่าเรากำลังใช้คณิตศาสตร์อยู่ เช่น การดูเวลา การซื้อขาย การตรวจการวัดและการติดต่อสื่อสาร เป็นต้น

2. ประโยชน์ในการประกอบอาชีพต่าง ๆ ในปัจจุบันนี้เป็นที่ประจักษ์แล้วว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมและธุรกิจ ผู้เป็นนักธุรกิจต้องใช้ความรู้และหลักการทางคณิตศาสตร์ช่วยคิดคำนวณผลผลิต คิดต้นทุนกำไร และการใช้พยากรณ์แนวโน้มของตลาด การกำหนดเวลา การกำหนดคราขาย เป็นต้น นอกจากนั้น การประกอบอาชีพรับราชการก็จำเป็นจะต้องอาศัยคณิตศาสตร์ช่วยในการ

วางแผนการปฏิบัติงานด้วย

3. ช่วยปลูกฝังและอบรมให้เป็นคนที่มีคุณสมบัติ นิสัย เจตคติและความสามารถทางสมองบางประการ เช่น ความเป็นผู้มีเหตุผล มีนิสัยละเอียดรอบคอบ มีปฏิภาณไหวพริบ เป็นต้น

พิศมัย ศรีอำไพ (2533 : 6) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของคณิตศาสตร์ไว้ 2 ประการ คือ

1. ประโยชน์ในแง่ที่ใช้ในชีวิตประจำวันทำให้ บวก ลบ คูณ หารเป็น ดูเวลา กระดาษทาง การซื้อขาย การกำหนดรายรับรายจ่ายในครอบครัว เป็นเครื่องมือปลูกฝังและอบรมให้ผู้เรียนเป็นคนช่างสังเกต คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบระเบียบชัดเจน มีความสามารถในการแก้ปัญหา

2. ประโยชน์ในแง่ประเทืองสมอง ช่วยฝึกให้ฉลาดขึ้น รู้จักคิดหาเหตุผลเป็นการฝึกฝนสมองเพิ่มประสิทธิภาพให้มันสมองมีความสามารถในการตัดสินใจและแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

เห็นได้ว่า คณิตศาสตร์มีประโยชน์ทั้งต่อชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพเป็นอย่างยิ่ง นอกจากนั้นยังมีประโยชน์ต่อการพัฒนาสติปัญญาของมนุษย์ให้เป็นผู้มีเหตุผลละเอียดรอบคอบ แก้ปัญหาได้อย่างมีระบบและมีประสิทธิภาพ

4.4 หลักการสอนคณิตศาสตร์

วัลลภา อารีรัตน์ (2532 : 5) ได้เสนอวิธีสอนคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับปรัชญาและจุดมุ่งหมายของหลักสูตรประถมศึกษาไว้ 3 ประการ คือ

1. วิธีสอนโดยการค้นพบ (Discovery Method) เป็นวิธีสอนที่เน้นตัวนักเรียนเป็นหลัก โดยครูจะเป็นผู้จัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งการค้นพบครั้งแรกจะเกิดจากการอุปมาน ส่วนการอธิบายนำเอากฎเกณฑ์หรือหลักการไปใช้นั้นจะใช้วิธีอุปมาน การสอนแบบค้นพบมี 2 ประเภท คือ

1.1 การค้นพบด้วยตัวเอง

1.2 การค้นพบภายใต้การแนะนำ

2. วิธีสอนแบบปฏิบัติการหรือเชิงทดลอง (Laboratory Method) เป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการกระทำ โดยมุ่งให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน ช่วยทำให้การเรียนการสอนน่าสนใจและช่วยให้บรรยากาศในการเรียนไม่เคร่งเครียด ฝึกให้นักเรียนมีความรับผิดชอบ และเรียนได้ตามความสามารถของตนเอง

3. วิธีสอนโดยการสาธิต (Demonstration Method) เป็นการสอนโดยการแสดงให้นักเรียนดู นักเรียนสามารถสรุปบทเรียนได้จากการแสดงนั้น ๆ ซึ่งอาจแสดงโดยครูหรือนักเรียน

นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2539 : 7-13) ได้กล่าวถึงหลักการสอนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นเตรียมความพร้อมของนักเรียน เพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมที่นักเรียนมีมาก่อนแล้วกับความรู้ใหม่ให้เป็นเรื่องเดียวกัน อันจะทำให้เกิดความเข้าใจและมีความคิดรวบยอดในเรื่องนั้น ๆ อย่างแจ่มแจ้ง

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ ขั้นนี้จะต้องเลือกใช้วิธีสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหาแต่ละบทวิธีใดวิธีหนึ่ง โดยมีการจัดลำดับขั้นการเรียนรู้ ดังนี้

2.1 ขั้นใช้ของจริง เป็นขั้นที่ให้ประสบการณ์ที่ใช้ของจริงเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เช่น ถ้าสอนจำนวน 5 ก็ใช้ก้อนหิน 5 ก้อน หรือมะม่วง 5 ผล

2.2 ขั้นใช้ของจำลองหรือรูปภาพแทนของจริงที่ใช้สอนไปแล้ว เช่น แทนที่จะใช้ส้ม 5 ผล ก็วาดภาพส้ม 5 ภาพ เป็นต้น

2.3 ขั้นใช้สัญลักษณ์ ถึงขั้นนี้ นักเรียนจะนำประสบการณ์เดิมที่ครูเคยให้นักเรียน คือ ส้ม 5 ผล และให้นักเรียนเห็นส้ม 5 ผล มาใช้เมื่อครูเขียนเลข 5 แทน

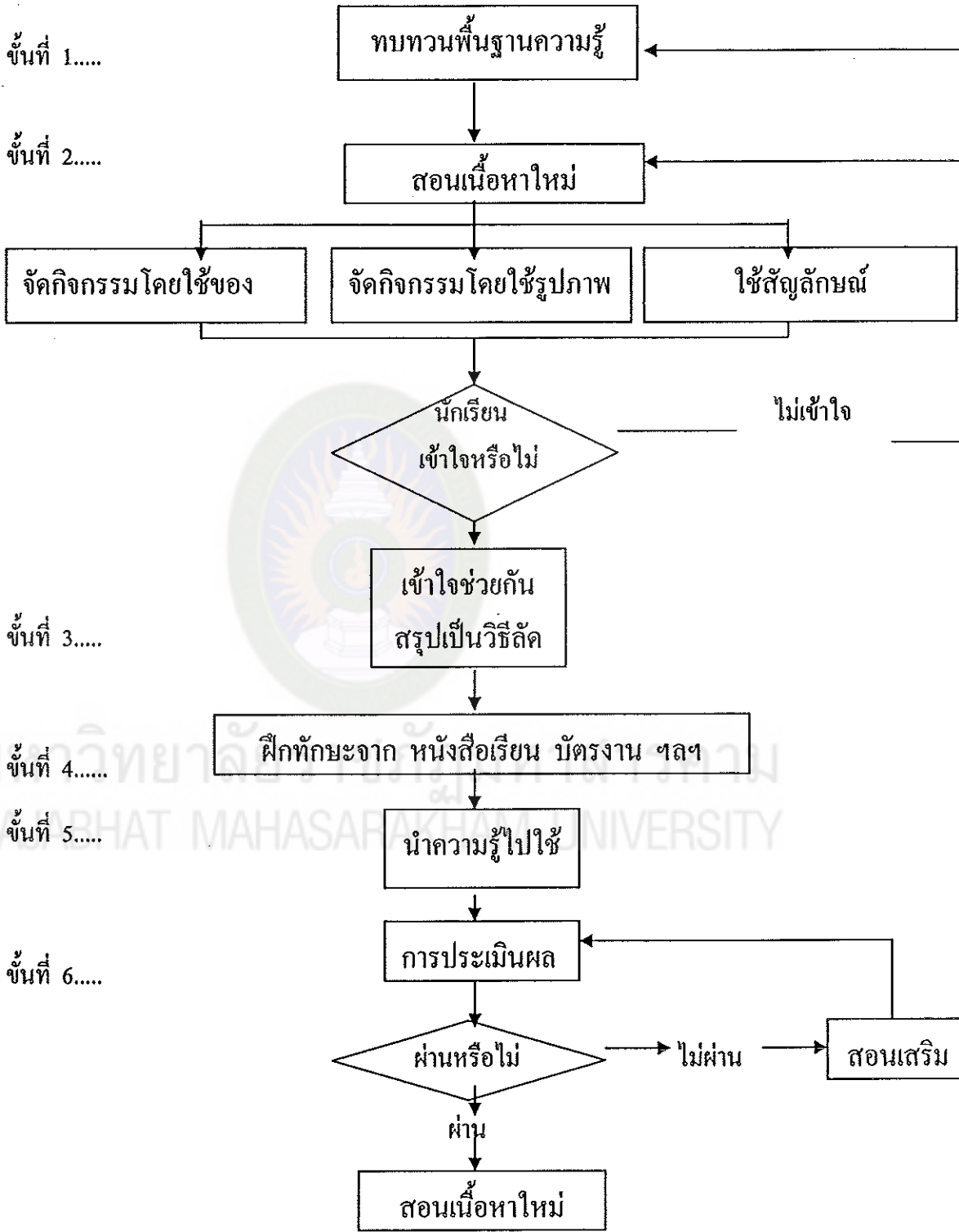
3. ขั้นสรุปนำไปใช้สู่วิธีคิด ก่อนถึงการสรุป ครูต้องตรวจสอบว่านักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาใหม่ที่สอนหรือไม่ ถ้าหากยังไม่เข้าใจอาจต้องเริ่มทบทวนความรู้เดิมเป็นต้นมา หรือจะเริ่มเนื้อหาใหม่ก็แล้วแต่ความจำเป็นของแต่ละเรื่อง

4. ขั้นฝึกทักษะ เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีคิดคำนวณแล้วจึงให้นักเรียนฝึกทักษะจากแบบเรียนและบัตรงานที่สัมพันธ์กับเรื่องนั้น การทำแบบฝึกหัดควรหลีกเลี่ยงการทำแบบข้อวันข้อ ถ้าไม่สามารถให้นักเรียนทำทุกข้อได้ก็ควรพิจารณาแบบฝึกหัดแต่ละข้อให้รอบคอบเพื่อให้นักเรียนมีโอกาสฝึกหาประสบการณ์ให้สมบูรณ์ที่สุด

5. ขั้นนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและใช้วิชาอื่นที่เกี่ยวข้องให้นักเรียนทำโจทย์ปัญหาหรือคิดโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ของเด็กมาทำเป็นโจทย์แบบฝึกหัดในเรื่องนั้น ๆ หรือให้ทำกิจกรรมที่มักประสบในชีวิตจริงอยู่เสมอ

6. ขั้นการประเมินผล นำโจทย์ที่สอนมาทดสอบให้นักเรียนทำ ถ้าทำไม่ได้ต้องสอนซ่อมเสริมให้ ถ้าทำได้ก็เรียนเนื้อหาใหม่ต่อไป

ขั้นตอนการสอนคณิตศาสตร์ดังกล่าวสามารถแสดงได้ดังภาพประกอบ 2
 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.2539 : 6)



ภาพประกอบที่ 2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

4.5 ทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ครูคณิตศาสตร์จะสอนคณิตศาสตร์ได้ดี ถ้าครูผู้สอนสนใจจิตวิทยาของเด็ก ศึกษาแนวคิดหรือทฤษฎีการเรียนรู้ของนักจิตวิทยา ซึ่งมีหลายทฤษฎีที่ใช้หลักการที่เป็นประโยชน์ต่อการสอนคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก ในที่นี้จะเสนอทฤษฎีที่สำคัญของนักจิตวิทยา 5 ท่าน คือ บรูเนอร์ เพียเจต์ กาเย่ ออซูเบล และคิสน์ ดังนี้ (ปิยเชษฐ จันภักดี. 2543 : 10-12)

1. ทฤษฎีของบรูเนอร์ (Jerome S. Bruner)

1.1 เราสามารถจัดการสอนเนื้อหาวิชาใด ๆ ให้กับเด็กในทุกระดับอายุและระดับชั้นเรียน เรียนเข้าใจได้ถ้ารู้จักเลือกใช้วิธีการสอนที่เหมาะสม

1.2 มนุษย์มีความพร้อมเนื่องจากได้รับการฝึกฝน ไม่ใช่รอคอยให้เกิดความพร้อมขึ้นเอง

ทฤษฎีนี้นำมาใช้กับการเรียนการสอน คือ การที่เด็กได้คิดค้นกระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยให้มีความเข้าใจในเนื้อหาที่ต่อเนื่องกัน แล้วนำความคิดนั้นไปใช้ให้เกิดความคิดใหม่

2. ทฤษฎีของเพียเจต์ (Jean Piaget) เพียเจต์ได้แบ่งชั้นต่าง ๆ ของความรู้ความเข้าใจ ดังนี้

อายุ 0-2 ปี อยู่ในระยะรับรู้และตอบสนอง

อายุ 2-7 ปี อยู่ในระยะเตรียมตัวปฏิบัติการรูปธรรม

อายุ 7-11 ปี อยู่ในระยะปฏิบัติการคิดรูปธรรม

อายุ 11-15 ปี อยู่ในระยะปฏิบัติการคิดนามธรรม

ทฤษฎีของเพียเจต์ นำมาใช้ในการสอน คือ

2.1 เด็กต้องมีโอกาสกระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง

2.2 คำนึงถึงความพร้อมทางสมองก่อนสอน

2.3 เนื้อหาควรยากง่ายพอเหมาะที่เด็กจะเรียนรู้ได้จากประสบการณ์ที่มีอยู่

2.4 การค้นหาคำตอบ ควรเริ่มด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลและค้นคว้าหาคำตอบ

3. ทฤษฎีของกาเย่ (Robert M. Gagne) กาเย่มีความเห็นเกี่ยวกับการเรียนรู้ดังนี้

3.1 การเรียนรู้ต้องสัมพันธ์กับความมุ่งหมายของการสอน

3.2 การเรียนต้องเป็นไปตามลำดับขั้นตอน การเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ต้องมีพื้นฐาน

ที่จะเรียนเรื่องเหล่านั้นอย่างเพียงพอ

ทฤษฎีของกาเย่ นำมาใช้ในการสอน คือ การจัดเนื้อหาจากง่ายไปหายากมีการตรวจสอบพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน และเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ชัดเจน

4. ทฤษฎีของออสซูเบล (David. Ausubel) ออสซูเบล เห็นว่า การเรียนรู้จะช่วยให้เด็กแก้ปัญหาได้นั้นมี 2 วิธี คือ

4.1 การเรียนรู้โดยการรับรู้ (Reception Learning)

4.2 การสอนโดยวิธีการบรรยาย (Expository Learning)

หลักการและวิธีการสอนของออสซูเบล คือ การสอนแบบบรรยาย เพื่อให้เกิดการเรียนรู้โดยวิธีการรับรู้ ซึ่งนำมาใช้ในการเรียนการสอนได้ คือ ช่วยให้ผู้เรียนจำสิ่งที่ได้เรียนมาแล้ว โดยครูช่วยให้มองเห็นความเหมือนหรือความแตกต่างของความรู้ใหม่และความรู้เดิม

5. ทฤษฎีของดีนส์ (Zoltan Dienes) ทฤษฎีนี้เน้นการหยั่งรู้กับการแก้ปัญหา ดังนี้

5.1 เด็กสามารถแก้ไขปัญหาได้ เพราะมีการหยั่งรู้คิดได้เองโดยการจัดประสบการณ์ให้คิด เกิดการหยั่งรู้จะเป็นไปตามลักษณะของสถานการณ์ที่แก้ปัญหา

5.2 การใช้กระบวนการแก้ปัญหา จะเป็นวิธีช่วยให้เด็กค้นพบและแก้ปัญหาด้วยตนเอง

ทฤษฎีของดีนส์ นำมาใช้ในการสอน คือ สร้างโครงสร้างนามธรรมให้อยู่ในรูปธรรมมากที่สุด โดยการจัดเอาเหตุการณ์ที่มีคุณสมบัติอย่างเดียวกันเน้นการฝึกฝน สามารถแยกแยะด้วยตนเองและแก้ปัญหาค้นหาด้วยการหยั่งรู้

โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรตันวงศ์ (2520 : 22-23) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้ คือ

1. ทฤษฎีการฝึกฝน (Dill Theory) ทฤษฎีนี้เน้นการฝึกฝนให้ทำแบบฝึกหัดหลายๆซ้ำๆ จนกว่าเด็กจะเคยชินกับวิธีการนั้น เพราะเชื่อว่าวิธีการดังกล่าวทำให้ผู้เรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ ฉะนั้นการสอนของครูจึงเริ่มต้น โดยครูให้ตัวอย่าง บอกสูตรหรือกฎเกณฑ์แล้วให้นักเรียนฝึกฝนทำแบบฝึกหัดหลายๆ จนชำนาญ นักการศึกษาปัจจุบันยังยอมรับว่าการฝึกฝนมีความจำเป็นในการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นวิชาทักษะแต่ทฤษฎีนี้ยังมีข้อบกพร่องหลายประการคือ

1.1 นักเรียนต้องจดจำ ท่องกฎเกณฑ์ สูตร ซึ่งยุ่งยาก

1.2 นักเรียนไม่จดจำข้อเท็จจริงต่างๆ ที่เรียนมาได้หมด

1.3 นักเรียนไม่เคยเรียนอย่างเข้าใจ จึงเกิดความลำบากสับสนในการคำนวณการแก้ปัญหาและสิ่งของที่เรียนได้ง่าย

2. ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยเหตุบังเอิญ (Incidental-Learning Theory) ทฤษฎีนี้มีความเชื่อว่า เด็กจะเรียนรู้ได้ดีก็ต่อเมื่อมีความต้องการหรือความอยากรู้อย่างไรเรื่องหนึ่งเกิดขึ้น ฉะนั้นกิจกรรมการเรียนการสอนต้องจัดขึ้นจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในโรงเรียนหรือชุมชนที่นักเรียนได้ประสบกับตนเอง ส่วนข้อบกพร่องของทฤษฎีนี้ คือเหตุการณ์ที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ไม่ได้เกิดขึ้นบ่อย ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีจะใช้ได้เป็นครั้งคราว ถ้าไม่มีเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นแล้วทฤษฎีจะไม่เกิดผล

3. ทฤษฎีแห่งความหมาย (Meaning Theory) ทฤษฎีนี้เน้นตระหนักว่าการคำนวณกับการเป็นอยู่ในสังคมของเด็ก เป็นหัวใจในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และเชื่อว่านักเรียนจะเรียนรู้และเข้าใจสิ่งที่เรียนได้ดี เมื่อได้เรียนสิ่งที่มีความหมายต่อตนเอง ทฤษฎีนี้เป็นที่ยอมรับว่าเหมาะสมในการนำไปสอนคณิตศาสตร์ อย่างกว้างขวางในปัจจุบัน

โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรคั่นวงศ์ (2520 : 22-23) ได้กล่าวถึงข้อเปรียบเทียบของการสอนทฤษฎีแห่งความหมายสำหรับวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนจดจำเนื้อหาได้อย่างแม่นยำ
2. ช่วยให้นักเรียนระลึกหรือรื้อฟื้นทักษะที่เลือนลางไปแล้วกลับคืนมาได้อย่างรวดเร็วช่วยให้นักเรียนสามารถนำความคิดและทักษะทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้มากขึ้น
3. ช่วยให้นักเรียน เรียนได้ง่ายและสบายขึ้น โดยจัดสิ่งที่เป็นพื้นฐานไว้เป็นระบบระเบียบต่อเนื่องกัน ซึ่งจะทำให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้หรือความรู้ความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น
4. ลดการฝึกฝนลงเหลือเพียงฝึกฝนเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ในการเรียนรู้เท่านั้น
5. ป้องกันไม่ให้นักเรียนตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างไม่น่าเป็นไปได้หรือเกิดขึ้นจริง
6. ส่งเสริมเร้าใจในการเรียนรู้โดยวิธีการแก้ปัญหา แทนที่จะใช้วิธีการฝึกฝนและจดจำโดยไม่เข้าใจ
7. เตรียมให้นักเรียนมีความสามารถและความคล่องตัว ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ด้วยวิธีที่มีประสิทธิภาพ
8. ทำให้นักเรียนมีอิสระและความเชื่อมั่นที่จะปะทะกับสถานการณ์ใหม่ ๆ ทางจำนวนด้วยความมั่นใจ

จะเห็นได้ว่า ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ครูต้องคำนึงถึงทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์ควบคู่ไปกับจิตวิทยาการเรียนการสอนด้วย จึงจะสนองความต้องการของเด็กได้

5. การสอนแบบปฏิบัติการ

5.1 ความหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ

นักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของการสอนแบบปฏิบัติการไว้ดังนี้

อารีย์ คำปล้อง (2536 : 5) กล่าวว่า การสอนแบบปฏิบัติการ หมายถึง การสอนที่ให้นักเรียนเรียนจากบทเรียนปฏิบัติการ ซึ่งนักเรียนจะต้องเป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเองหรือปฏิบัติเป็นกลุ่มย่อย เพื่อพิจารณาหาข้อสรุป ข้อความจริง หรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ หลังจากนั้นครูและนักเรียนจะร่วมกันอภิปรายผลงานของนักเรียนเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้องแล้วฝึกทักษะ

บุญชม ศรีสะอาด (2537 : 64-65) ให้ความหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ คือ การสอนที่ให้ผู้เรียนกระทำกิจกรรมการเรียนการสอนภายใต้การแนะนำ ช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด โดยทำการทดลองหรือปฏิบัติฝึกการใช้ทฤษฎี โดยผ่านการสังเกตการทดลอง ภายใต้สภาพที่ควบคุมได้

คูเนย์ (Cooney.1975 : 351-352) กล่าวว่า วิธีสอนแบบปฏิบัติการเป็นวิธีสอนที่จัดให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่มย่อยหรือรายบุคคล โดยมีใบคำสั่งขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรมเป็นคู่มือให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตาม หลังจากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามที่เกี่ยวกับความรู้ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้สรุปความรู้และกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง สื่อที่ใช้ในการสอน ได้แก่ บทเรียนกิจกรรม(Activity Lesson) และบทเรียนปฏิบัติการ(Laboratory Lesson)

บราวน์ (Brown.2004 : 93) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบปฏิบัติการว่า หมายถึง การสอนโดยผ่านประสบการณ์ตรง จากการใช้วัสดุในการสืบสวนหรือการทดลอง มีทั้งการปฏิบัติหรือการสังเกต สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสอนทั้งการสอนเป็นกลุ่มย่อย และรายบุคคล

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า การสอนแบบปฏิบัติการเป็นวิธีสอนที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริงเป็นกลุ่มย่อยหรือรายบุคคล ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงแล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ อภิปรายและสรุปความรู้ด้วยตนเอง

5.2 ความหมายของการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ

สำหรับการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการนั้น ได้รับการกล่าวถึงจากนักการศึกษาหลายท่าน ดังนี้

ลาวัลย์ พลกล้า (2523 : 2) กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการเป็นวิธีการสอนที่ให้นักเรียนได้เรียนจากการปฏิบัติจริง เป็นการเรียนจากประสบการณ์ตรง นักเรียนได้ทดลองปฏิบัติเสาะหาข้อมูล ค้นหาวิธีการ และกระบวนการด้วยตนเอง การสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. วัสดุอุปกรณ์ซึ่งอาจเป็นรูปธรรม (ของจริง) กึ่งรูปธรรม (หุ่นจำลอง รูปภาพ) นามธรรม (สัญลักษณ์ สิ่งพิมพ์ต่าง ๆ)
2. มีการจดข้อมูล การจัดทำ การคิดค้น การคำนวณหรือกิจกรรมกายภาพ เช่น การสร้าง การวัด ฯลฯ
3. นักเรียนเป็นผู้กระทำการ มีความรับผิดชอบต่อตนเอง ต่อกลุ่ม และมีวินัยในการควบคุมตัวเอง
4. ส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน
5. ให้นักเรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเอง
6. ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

ประยูร อาษานาม (2537 : 20) กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการกระทำ โดยมุ่งให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ โนมติและหลักการทางคณิตศาสตร์ที่จำลองโดยวัสดุจริง นอกจากนั้นผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ อย่างถูกต้อง เช่น เทปวัดความยาว เทอร์มอมิเตอร์ เครื่องชั่งประเภทต่าง ๆ เป็นต้น

ยุพิน พิพิธกุล (2539 : 81) กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการเป็นวิธีการสอนที่ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนทดลองค้นคว้าหาเหตุผล และค้นพบความจริงด้วยตนเอง ภายใต้การแนะแนวของครู

กิดด์ (Kidd. 1970 : 2) ได้กล่าวไว้ในหนังสือ "Laboratory Approach to Mathematics" ว่า การสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการเป็นการสอนตามหลักการที่ว่า การเรียนคือการทำกิจกรรมโดยมุ่งที่กระบวนการเรียนมากกว่ากระบวนการสอน

มาร์ค (Mark. 1970 : 23) ได้กล่าวอธิบายถึงการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการว่าเป็นการจัดประสบการณ์ให้นักเรียนได้ค้นพบแนวคิดทางคณิตศาสตร์จากการปฏิบัติการทดลอง เช่น การวัด การชั่งน้ำหนัก การพับกระดาษ กิจกรรมที่ต้องทำด้วยมือต่าง ๆ การสังเกตและการทดลองแบบวิทยาศาสตร์ หลังจากนั้นจึงให้นักเรียนสรุปข้อเท็จจริงและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ

โกลเปลนด์ (Copeland. 1974 : 325 – 326) กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ เป็นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมกับวัตถุที่ได้พบเห็น ซึ่งช่วยให้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ไม่เป็นนามธรรมที่ห่างจากโลกจริง ผู้เรียนได้รับการพัฒนาโน้มน้าทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดีจากการได้เรียน โดยการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ

สิธุ (Sidhu. 1982 : 120) กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการยึดหลักให้นักเรียนได้เรียน โดยการปฏิบัติหรือการสังเกต เป็นการนำรูปธรรมมาอธิบายนามธรรมจนนักเรียนค้นพบข้อสรุปได้ด้วยตนเอง

จากความหมายข้างต้นกล่าวได้ว่า การสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อค้นหาวิธีการกระบวนการ แนวคิดทางคณิตศาสตร์จากประสบการณ์ตรง สามารถสรุปเป็นกฎ สูตรได้ด้วยตนเอง ซึ่งครูเป็นเพียงผู้จัดสื่อการเรียนไว้ให้เหมาะสมกับการปฏิบัติกิจกรรมคอยแนะนำและดูแลให้ความสะดวกในการปฏิบัติกิจกรรม การจัดกิจกรรมอาจจัดเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อยก็ได้

5.3 จุดมุ่งหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ

ในด้านจุดมุ่งหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ ได้มีผู้กำหนดจุดมุ่งหมายไว้ดังนี้

อوبرม สินิกบาทและกุลชลี องค์กริพร (2524 : 202) บำรุง กัดัดเจริญและฉวีวรรณ กินาวงศ์ (2527 : 192) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้จากประสบการณ์ตรงโดยการสังเกตและการทดลอง
2. เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการทดลอง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสนใจในบทเรียนมากขึ้น
3. เพื่อพัฒนาทักษะในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทดลอง

นอกจากนั้นเล็ชวณาร์ค (กาญจนา เกียรติประวัตติ. 2524 : 86 ; อ้างอิงมาจาก Leonard.1972) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ พอสรุปได้ดังนี้

1. เพื่อเรียนรู้ด้านวิธีการ (learning a technique) โดยครูอาจสาธิตวิธีการเฉพาะอย่างให้ผู้เรียนสังเกตและให้ผู้เรียนทดลองแสดงวิธีการนั้นด้วยตนเอง
2. เพื่อฝึกทักษะ (practicing a skill) การปฏิบัติภารกิจจะต้องจัดเวลาและสถานที่ให้ผู้เรียนฝึกทักษะให้คล่องแคล่วเพื่อนำไปใช้
3. เพื่ออธิบายหลักการ (illustrating a principle) ในสื่อที่ใช้สอนแบบปฏิบัติการ อาจจะมีข้อความซึ่งเป็นการขยายความและยกตัวอย่างการนำไปใช้ ตลอดจนให้ผู้เรียนมีโอกาสนำสิ่งที่เรียนไปใช้กับปัญหาในลักษณะต่าง ๆ
4. เพื่อรวบรวมข้อมูลและแปลความ (gather data and gaining) โดยผู้เรียนมีโอกาสในการรวบรวมข้อมูล จัดหมวดหมู่ แล้วสรุปผลหรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหา
5. เพื่อฝึกการใช้เครื่องมือ (learning to use equipment) ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการใช้เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการทำงานต่อไป
6. เพื่อฝึกการสร้างสรรค์ (performing creative work) เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นต่าง ๆ

ในด้านการฝึกทักษะ กาญจนา เกียรติประวัติ (2524 : 290 – 292) ได้กล่าวถึงทักษะที่ควรได้รับการพัฒนา ในการสอนแบบปฏิบัติการว่า นักเรียนควรสร้างทักษะให้เกิดขึ้นกับนักเรียนอย่างน้อย 3 ทักษะจากทักษะดังต่อไปนี้

1. ทักษะในการได้มาซึ่งข้อมูล (acquisitive skills) เช่น การรับฟังอย่างสนใจ การสังเกตอย่างแม่นยำ การสอบถามและการอ่านข้อสนเทศที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง
2. ทักษะในการจัดระเบียบข้อมูล (organizational skills) เมื่อได้ข้อมูลมาแล้ว นักเรียนควรมีความสามารถในการจัดระเบียบข้อมูล เช่น การบันทึกข้อมูลในรูปของตาราง แผนภูมิ การเปรียบเทียบข้อมูล การจัดจำแนกข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายของข้อมูล
3. ทักษะในด้านความคิดสร้างสรรค์ (creative skills) ได้แก่ การมองเห็นทางแก้ปัญหา การวางแผนแก้ปัญหาและการสรุปผล
4. ทักษะในด้านการติดตั้ง ใช้และซ่อมแซมเครื่องมือ (manipulative skills) ได้แก่ การรู้จักใช้เครื่องมือ การดูแลระวังรักษาเครื่องมือ การรู้จักสร้างเครื่องมืออย่างง่าย ๆ และการซ่อมแซมเครื่องมือ

5. ทักษะในการสื่อสาร (communicative skills) ได้แก่ การอภิปรายแสดงความคิดเห็น รู้จักอธิบายเพื่อชี้ให้เห็นจุดสำคัญ การรายงานผลการทดลองหน้าชั้น การสรุปปัญหาในการทดลอง

สำหรับการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการนั้น ยุพิน พิพิธกุล (2523 : 81) ได้สรุปจุดมุ่งหมายในการสอนไว้ 2 ประการ คือ

1. เพื่อให้นักเรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง
2. เพื่อให้สำรวจหรือตรวจดูงานที่ทำไปแล้วด้วยตนเอง

การสอนแบบปฏิบัติการ จึงเป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการฝึกทักษะการใช้เครื่องมือ รู้จักการรวบรวมข้อมูลและแปลความ นำความรู้ที่ได้มาอธิบายหลักการอย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์

5.4 การนำวิธีการสอนแบบปฏิบัติการไปใช้

การนำวิธีสอนแบบปฏิบัติการไปใช้ต้องอาศัยหลักการหลายอย่างประกอบกัน เพื่อให้ครูได้เตรียมการวางแผน และดำเนินการสอนไปได้อย่างราบรื่นได้ผลดี นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ข้อเสนอแนะและหลักการต่าง ๆ ไว้ดังนี้

ลาวัลย์ พลกล้า (2523 : 3 – 85) กล่าวถึง การนำวิธีสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการไปใช้ ดังนี้

1. ต้องให้นักเรียนเข้าใจบทบาทในการเรียนแบบนี้ว่า นักเรียนต้องทำตามข้อปฏิบัติอย่างมีเหตุผล
2. ต้องมีการเตรียมบทเรียนอย่างดีไปมีความยากง่ายเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความรู้สึกล้มเหลวหรือรู้สึกสับสนในการเรียนแบบปฏิบัติการ และครูต้องให้นักเรียนปรับตัวให้คุ้นเคยกับวิธีการเรียนแบบนี้
3. การทำงานเป็นรายบุคคลและแบบกลุ่มย่อย ๆ ต้องมุ่งให้นักเรียนรู้จักระดมความคิด การหาเหตุผลเพื่อให้เกิดความเข้าใจเนื้อหาอย่างถ่องแท้

5.5 การวางแผนการสอนแบบปฏิบัติการ

1. เลือกเนื้อหาที่จะสอน

ลาวัลย์ พลกล้า (2523 : 5 - 13) กล่าวว่าเนื้อหาที่เหมาะสมที่จะนำมาจัดการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการ เพื่อให้ให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองควรจะเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างเป็นรูปธรรม เช่น การชั่ง ตวง วัด พื้นที่รูปสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม วงกลม การหาปริมาตร รูปลูกบาศก์ รูปทรงสี่เหลี่ยม รูปทรงกระบอก รูปทรงกรวย การหาค่า π สมุดสนาม คุณสมบัติของรูปสามเหลี่ยม ความเท่ากันของรูปสามเหลี่ยม ความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมกับรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า การสมมาตร การหาตัวประกอบของโพลิโนเมียล เลขยกกำลัง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวนเต็ม อันดับ อนุกรม และความน่าจะเป็น เมื่อเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมได้แล้ว ครูต้องกำหนดขอบเขตความลึกซึ้งและมโนคติของเนื้อหานั้น ๆ

รวีวรรณ รุชมชัย (มปป. : 111 – 116) กล่าวว่า ตัวอย่างของเนื้อหาที่ควรใช้ในการสอนแบบปฏิบัติการ ได้แก่ เรื่องจำนวนและการคาดคะเน การสำรวจหรือรวบรวมข้อมูล การทดลองเกี่ยวกับความน่าจะเป็น อัตราส่วนและสัดส่วนและเรื่องเกี่ยวกับพีชคณิตและเรขาคณิต

2. กำหนดความสามารถที่ต้องการฝึก

ลาวัลย์ พลกล้า (2523 : 5 – 13) ครูต้องพิจารณาถึงแต่ละเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนฝึกว่า จะให้นักเรียนทำอะไรได้บ้าง มีพฤติกรรมอย่างไร และนักเรียนจะได้รับประโยชน์อะไรจากการกระทำนั้น และควรพิจารณาว่าจะฝึกให้นักเรียนมีความสามารถเพิ่มเติมอะไรบ้าง นอกเหนือจากที่หลักสูตรกำหนดไว้

3. สื่อการเรียนการสอน

ลาวัลย์ พลกล้า (2523 : 5 – 13) กล่าวว่า สื่อการเรียนการสอนที่ใช้ในการสอนแบบปฏิบัติการเพื่อให้ให้นักเรียนค้นพบความรู้ ความจริงด้วยตนเอง อาจจัดได้หลายรูปแบบ เช่น

3.1 บทเรียนปฏิบัติการ (Laboratory Lesson) เป็นบทเรียนที่ให้นักเรียนเรียนจากการกระทำกิจกรรมต่าง ๆ จริง ๆ นักเรียนต้องทำตามคู่มือการทดลอง (Laboratory Direction) โดยทำการทดลอง บันทึกข้อมูล แล้วสรุปหาข้อความจริง สูตร กฎเกณฑ์ต่าง ๆ จากข้อมูลเหล่านั้นด้วยตนเอง

3.2 บทเรียนกิจกรรม (Activity Lesson , Activity Card or Activity Sheet) เป็นบทเรียนที่บอกให้นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ ตามข้อปฏิบัติ โดยมีข้อเสนอแนะเพื่อช่วยให้นักเรียนตอบคำถามและหาข้อมูลได้ซึ่งแตกต่างกับบทเรียนปฏิบัติการที่นักเรียนจะต้องหาข้อสรุปด้วยการพิจารณาจากข้อมูลต่าง ๆ ด้วยตนเอง

3.3 บทเรียนโปรแกรม (Programmed Text) เป็นสื่อที่ให้นักเรียนใช้เรียนด้วยตนเองตามแนวคิดของนักจิตวิทยากลุ่มสิ่งเร้า – ตอบสนอง (stimulus – response) เนื้อหาในบทเรียนจะถูกแบ่งเป็นเนื้อหาย่อย ๆ เป็นตอน ๆ ซึ่งเรียกว่า กรอบ (frame) ภายในกรอบจะมีข้อความที่เป็นเนื้อหา มีคำถามให้นักเรียนตอบและมีเฉลยในกรอบหรือหน้าถัดไป การศึกษาจากบทเรียน โปรแกรมจะค่อย ๆ เรียนรู้ไปตามลำดับความรู้ นักเรียนเรียนได้เร็วหรือช้าจะขึ้นอยู่กับความสามารถของตนเอง

3.4 บัตรงาน (Work Card or Work Sheet) เป็นสื่อการสอนที่ฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดคำนวณ เป็นการนำความรู้จากข้อเท็จจริง สูตร ทฤษฎีต่าง ๆ ไปใช้หลังจากนักเรียนได้เรียนเนื้อหานั้น ๆ แล้ว ในบัตรงานจะระบุรายการดังต่อไปนี้ คือ เนื้อหา โจทย์ที่จะให้นักเรียนทำและให้นักเรียนคิดสร้างโจทย์เอง แล้วหาคำตอบ

3.5 บัตรปัญหา (Problem Card) เป็นสื่อการเรียนการสอนที่ฝึกให้นักเรียนคิดแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งบัตรปัญหานี้จะใช้กับนักเรียนบางคนหรือบางกลุ่มที่ทำงานเสร็จก่อนรอครูตรวจงาน ซึ่งช่วงนี้จะเป็นช่วงที่นักเรียนวุ่นวาย เพราะไม่มีกิจกรรมการเรียน การให้นักเรียนทำบัตรแก้ปัญหาคด้วยตนเอง นับเป็นกิจกรรมเสริมความรู้อย่างหนึ่งด้วย

3.6 เกม (Game) เป็นสื่อการเรียนที่เร้าให้นักเรียนเกิดความสุข สนใจในการเรียนคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือในการฝึกทักษะการคิดคำนวณและทักษะการแก้ปัญหา

4. การจัดการ

ลาวัลย์ พลกล้า (2523 : 5 – 13) กล่าวว่า การจัดการในการสอนแบบปฏิบัติการ ได้แก่ การจัดชั้นเรียน การสั่งงาน (Assignment) ให้นักเรียนเข้าใจถึงงานที่จะต้องทำว่าเขาจะต้องทำอะไร อย่างไร ส่งรายงานอย่างไร เมื่อใด รวมทั้งการวางแผนเตรียมงานเพื่อสำหรับนักเรียนที่ทำงานที่สั่งไว้เสร็จเรียบร้อยแล้ว การจัดการมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1 สืบรวจสื่อที่จะใช้ว่าในเนื้อหานั้น ๆ จะใช้สื่ออะไรบ้าง จะใช้ตอนไหนและจะใช้เป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มย่อย ครูต้องจัดเตรียมให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียน

4.2 วางแผนสำหรับการสั่งงาน ครูควรเขียนแผนผังการปฏิบัติการคิดไว้ให้นักเรียนดูล่วงหน้าก่อนวันปฏิบัติการ หรืออัดสำเนาแจกนักเรียนไว้เป็นคู่มือ กรณีที่นักเรียนทำงานกลุ่ม ต้องคิดว่าจะแบ่งกลุ่มอย่างไร จัดชั้นอย่างไร

4.3 จัดที่สำหรับส่งบทเรียน พร้อมอุปกรณ์ (Task Station)

5. การรายงานผลและประเมินผล

ลาวัลย์ พลกล้า (2523 : 5-13) กล่าวว่า ครูต้องวางแผนว่าจะตรวจงานอย่างไร และถ้าสรุปไม่ถูกต้องครูจะทำอย่างไร จะให้นักเรียนอภิปราย รายงานวิธีคิดและเหตุผลอย่างไร การประเมินผลต้องประเมินจากกระบวนการและวิธีคิดของนักเรียนด้วย หากข้อสรุปของนักเรียนไม่ถูกต้อง ครูควรจะได้รับรู้วิธีคิด เหตุผลของนักเรียนและชี้แจงให้นักเรียนรู้ว่านักเรียนผิดพลาดอย่างไร หรือชี้แนะเพิ่มเติม เสริมความรู้บางอย่างที่นักเรียนบกพร่อง เพื่อช่วยให้นักเรียนหาข้อสรุปได้ถูกต้อง นอกจากนี้ควรคำนึงถึงความก้าวหน้าของนักเรียนในการเรียนโดยการปฏิบัติการ นับว่าเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลด้วย เพื่อให้นักเรียนเกิดกำลังใจในการเรียน

ดังนั้นในการนำวิธีสอนแบบปฏิบัติการไปจัดการเรียนการสอน ผู้สอนต้องมีการวางแผนโดยเลือกเนื้อหาที่เหมาะสม กำหนดทักษะที่ต้องการฝึก จัดทำสื่อต่าง ๆ ให้ครบถ้วน และวางแผนการจัดกิจกรรมให้ได้ตามขั้นตอนที่กำหนด

5.6 ขั้นตอนของการดำเนินการสอนแบบปฏิบัติการ

ยุพิน พิพิธกุล (2539 : 82) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. ขั้นนำ (Introduction Step) เป็นขั้นของการปฐมนิเทศเพื่อสร้างความสนใจให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการสอนแบบปฏิบัติการ โดยครูจะต้องเตรียมทุกอย่างให้พร้อมและให้นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจนว่าจะต้องทำอะไร โดยใช้เอกสารแนะนำแนวทางหรือคู่มือปฏิบัติการเป็นเครื่องมือ

2. ขั้นการปฏิบัติการ (Work Period) เป็นขั้นที่นักเรียนดำเนินการทดลอง อาจจะทดลองเดี่ยวหรือกลุ่มย่อยก็ได้ตามคำสั่ง โดยใช้สื่อที่ครูกำหนดให้ มีการบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูล นอกจากนี้นักเรียนจะต้องสังเกตกระบวนการและผลที่เกิดขึ้นด้วย

3. ชั้นสรุปผล (Culminating Activities)

3.1 เสนอผลการปฏิบัติเป็นการสรุป อภิปรายผลการทดลอง รายงานข้อมูล และแสดงวัสดุที่ใช้ในการทดลอง

3.2 วัดและประเมินผล โดยการสังเกตการณ์ปฏิบัติงาน การอภิปราย การสรุปผลความพร้อมในการปฏิบัติงานกลุ่ม นอกจากนี้ยังประเมินจากกระบวนการในการปฏิบัติงานอีกด้วย

รัตนารณ์ มหาสารานนท์ และวิมล เสวตกนิษฐ์ (2527 : 88-90) ได้กล่าวถึง ลำดับขั้นของการสอนแบบปฏิบัติการไว้ สรุปได้ดังนี้

1. ขั้นนำ หรือขั้นเตรียมการ

1.1 แบ่งกลุ่มนักเรียน

1.2 แนะนำสิ่งที่จะทดลอง พร้อมทั้งอธิบายวิธีการ

1.3 แนะนำขั้นตอนของการปฏิบัติการ

1.4 เตรียมอุปกรณ์ให้พร้อม

2. ขั้นทดลอง หรือปฏิบัติ

2.1 แจ้งความประสงค์หรือเร้าความสนใจ

2.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการตามคำสั่ง

2.3 ครูคอยแนะนำ

2.4 ให้นักเรียนสังเกตการณ์ทดลอง

2.5 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการปฏิบัติการ

3. ชั้นสรุปและเสนอผล

3.1 ให้อภิปรายถึงความสำคัญของปัญหา

3.2 ให้นักเรียนช่วยกันสรุปผลการปฏิบัติ

3.3 ให้นักเรียนจดบันทึก

4. ขั้นวัดและประเมินผล

4.1 สังเกตการณ์ร่วมมือในการทำงานของนักเรียน

4.2 ทดสอบสั้น ๆ ด้วยปากเปล่าหรือแบบทดสอบ

4.3 ให้เขียนรายงานผลส่งครู

กล่าวโดยสรุป ขั้นตอนการสอนแบบปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่
ขั้นนำเป็นการทบทวนเนื้อหาและนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นปฏิบัติเป็นขั้นที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม
ที่ครูเตรียมไว้ให้ ขั้นสรุปจะเป็นการสรุปผลการปฏิบัติหรือนำเสนองาน และขั้นประเมินผล
เป็นขั้นที่นักเรียนทำแบบทดสอบ ใบงานหรือบัตรงาน เพื่อประเมินความรู้จากการปฏิบัติ
กิจกรรม

5.7 การจัดกลุ่มในการสอนแบบปฏิบัติการ

การปฏิบัติกิจกรรมของการสอนแบบปฏิบัตินั้น มีทั้งเป็นรายบุคคลและกลุ่มย่อย
งานที่ทำเป็นรายบุคคลนั้นเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละคนมีอิสระที่จะพัฒนาความคิดรวบยอด
ของตนเอง ส่วนการทำงานเป็นกลุ่มย่อยจะสนองความต้องการทางด้านสังคม ความร่วมมือ
ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เรียนรู้การอยู่ร่วมกับผู้อื่น และการได้แสดงความคิดเห็น เป็นการ
ส่งเสริมพัฒนาการด้านการพูด (Copeland, 1974 : 329 – 331)

สำหรับจำนวนสมาชิกที่เหมาะสมในการจัดกลุ่มย่อยนั้น ลาวด์ย์ พลกล้า (2523 : 17)
เสนอไว้ว่า ในการจัดให้นักเรียนเรียนแบบปฏิบัติการ ถ้าเป็นกลุ่มย่อยควรมีสมาชิก 2 – 4 คน
สำหรับในการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มนั้นในแต่ละกลุ่มควรมีนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อนอยู่
ในกลุ่มเดียวกัน เพื่อจะได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน (ยุพิน พิพิธกุล, 2539 : 75)

อารีรัตน์ สุคนธ์ (2529 : 17) กล่าวว่า การปฏิบัติกิจกรรมในกลุ่มย่อย เป็นการเปิด
โอกาสให้นักเรียนฝึกความร่วมมือกับกลุ่มในการปฏิบัติงาน และได้แสดงความคิดเห็นในกลุ่ม
ของตน กลุ่มที่มีสมาชิกไม่มาก ทำให้มีการแบ่งงานกันทั่วถึง นักเรียนทุกคนมีโอกาสร่วม
กิจกรรม การจัดกลุ่มแบบคณะที่มีทั้งนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลางและอ่อนนั้น เป็นการ
ส่งเสริมให้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และทำให้การดำเนินการเรียนการสอนไม่ติดขัด เพราะ
นักเรียนแต่ละกลุ่มจะทำกิจกรรมเสร็จในเวลาไล่เลี่ยกัน

ดังนั้น การจัดกลุ่มที่เหมาะสมในการปฏิบัติกิจกรรมตามวิธีสอนแบบปฏิบัติการ
จึงสามารถจัดได้หลายรูปแบบ เช่น กลุ่มละ 2 – 4 คน หรือ กลุ่มละ 4 – 6 คน ทั้งนี้ผู้สอน
ต้องพิจารณาว่าแต่ละกลุ่มนั้นต้องประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนทั้งเก่ง
ปานกลางและอ่อน เพื่อให้ให้นักเรียนได้ช่วยเหลือกัน

5.8 คุณค่าของการสอนแบบปฏิบัติการ

ทาว์ลีย์ พลกล้ำ (2523 : 3) ได้สรุปคุณค่าของการสอนแบบปฏิบัติการไว้ดังต่อไปนี้

1. ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนคติในเรื่องนั้น เกิดจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ในการค้นหากระบวนการและวิธีการต่าง ๆ
2. นักเรียนจะสามารถโยงคณิตศาสตร์เข้ากับโลกภายนอกห้องเรียนหรือชีวิตจริง เพราะคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเรียนนั้น นักเรียนเรียนจากกิจกรรมที่ปฏิบัติจริง ทำให้เกิดมโนภาพในเรื่องนั้น ๆ นักเรียนจะไม่วู้สึกว่าคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ลึกลับ
3. การเรียนจากการปฏิบัติจริง นักเรียนจะเกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ ทำให้เกิดความสามารถในการถ่ายโยงความรู้ ซึ่งเป็นสิ่งที่ประสงค์อย่างยิ่งของการศึกษา
4. บรรยากาศในชั้นจะเป็นแบบนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนต้องทำกิจกรรมตลอดเวลา
5. การเรียนโดยการสอนแบบปฏิบัติการ ทำให้นักเรียนอยู่ในบรรยากาศที่ไม่เคร่งเครียด ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
6. เปิดโอกาสในการนำปัญหาต่าง ๆ มาให้นักเรียนคิด โดยอาศัยวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์โจทย์นั้นให้เป็นรูปธรรม หรือถึงรูปธรรม ให้เกิดภาพพจน์ เข้าใจปัญหาโจทย์
7. ช่วยเร้าให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการแก้ปัญหา

8. เสริมสร้างทักษะในการคิดคำนวณ

คิลด์ (Kidd.1970 : 172-178) ได้สรุปคุณค่าของการสอนแบบปฏิบัติการต่อวิชาคณิตศาสตร์ไว้ 5 ประการ คือ

1. ช่วยให้ครูได้ใช้วัสดุเพื่อพัฒนามโนคติ (Concept) ของนักเรียน การที่ได้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับสภาพแวดล้อม จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้และซาบซึ้งถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์
2. ช่วยในการสื่อความหมายให้นักเรียนเข้าใจได้ เนื่องจากนักเรียนได้จับต้องวัสดุซึ่งวัสดุและกิจกรรมจะเชื่อมโยงไปถึงสัญลักษณ์ นักเรียนจะมีความสามารถในการสื่อความหมายที่เป็นนามธรรมมากขึ้น
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประสบผลสำเร็จในการปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนจะเห็นคุณค่าของตัวเองมากขึ้น ไม่กลัวความผิดพลาดและความล้มเหลว

4. ช่วยให้ครูได้ศึกษานิสัยในการทำงานและความคิดของนักเรียนจากการทดลอง การแก้ปัญหา

5. สร้างแรงจูงใจให้นักเรียนในการปรับปรุงสมรรถภาพด้านทักษะและมโนคติทางคณิตศาสตร์ จากการปฏิบัติที่ประสบผลสำเร็จ

การสอนแบบปฏิบัติการจึงมีคุณค่าทั้งต่อครูผู้สอนในด้านการจัดกิจกรรมที่ทำให้ความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ สามารถโยงไปสู่เหตุการณ์หรือชีวิตประจำวันได้มากขึ้นก่อให้เกิดบรรยากาศในการเรียนที่มีชีวิตชีวา ส่วนคุณค่าต่อนักเรียนนั้น ได้แก่ การได้จับต้องวัสดุ อุปกรณ์ในการปฏิบัติกิจกรรมจะช่วยให้นักเรียนเกิดมโนคติที่แจ่มชัด กระตือรือร้นในการเรียนและไม่กลัวต่อความผิดพลาดล้มเหลวที่เกิดขึ้น

5.9 ข้อดีข้อเสียของการสอนแบบปฏิบัติการ

ข้อดีของการสอนแบบปฏิบัติการ

สิริ (บุพิน พิพิธกุล.2539 : 87-88 ; อ้างอิงจาก Sidhu.1982 : 93. The Teaching of Mathematics) ได้กล่าวถึงข้อดีในการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ ดังต่อไปนี้

1. นักเรียนสนใจ เพราะได้ทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง
2. การสอนแบบปฏิบัติการยึดหลักจิตวิทยาสองประการ คือ การเรียนรู้จากรูปธรรมไปหานามธรรม และการเรียนโดยการกระทำ
3. นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และสามารถค้นพบความรู้ด้วยตนเอง
4. ทำให้นักเรียนมีอิสระในการทำงานและเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง
5. ช่วยให้นักเรียนรู้จักประสานงาน และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
6. เมื่อนักเรียนปฏิบัติแล้วประสบความสำเร็จก็จะทำให้มีกำลังใจในการเรียน
7. นักเรียนจะใช้มือได้คล่องแคล่วขึ้นเพราะต้องจับเครื่องมือและวัสดุต่างๆ
8. นักเรียนได้เห็นประโยชน์ในการนำคณิตศาสตร์ไปใช้
9. เนื้อหาบางเรื่องนักเรียนจะเข้าใจได้ดีขึ้นด้วยการปฏิบัติ

ประยูร อาษานาม (2537 : 22) ได้สรุปข้อดีของการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติกรไว้ดังนี้

1. ทำให้มีโนมคติทางคณิตศาสตร์ชัดเจนขึ้น
2. การปฏิบัติกรกับวัสดุจริงช่วยกระตุ้นให้เกิดความสนใจ ทำให้การเรียนการสอนจริงจ้งและมีชีวิตชีวาเพราะทุกคนมีงานทำ
3. ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะการใช้เครื่องมือ เช่น เครื่องชั่ง เครื่องวัดมุม เป็นต้น

ข้อเสียของการสอนแบบปฏิบัติกร

ยุพิน พิพิธกุล (2539 : 88) ก็ได้กล่าวถึงข้อเสียของการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติกรไว้ดังนี้

1. ไม่สามารถใช้ได้กับทุกบทเรียน เพราะ บางบทเรียนใช้วิธีนี้จะทำให้เสียเวลามาก
2. ทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ในด้านการค้นพบความจริงมากกว่าการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
3. ถ้าครูต้องเตรียมเครื่องมือหลายชุด บางโรงเรียนอาจจะไม่สามารถจัดหาได้
4. นักเรียนอาจจะไม่ประสบผลสำเร็จถ้าคำแนะนำไม่ชัดเจนพอหรือเครื่องมือที่เตรียมมาไม่เหมาะสม
5. ไม่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
6. ถ้าครูวางแผนและชี้แจงไม่ดี นักเรียนอาจจะเล่นเครื่องมือที่ใช้ทดลองนั้น ๆ มากกว่าการค้นหาความจริง ชั้นเรียนใหญ่ ๆ จึงไม่เหมาะ เพราะครูจะต้องเอาใจใส่นักเรียนเป็นรายบุคคล
7. นักเรียนที่เรียนอ่อน ไม่สามารถจะค้นพบความจริงจากการทดลองบางเรื่อง นอกจากจะเป็นเรื่องง่าย
8. นักเรียนอาจจะลอกผลการทดลองกัน ซึ่งครูจะต้องระมัดระวัง

นอกจากนี้ ประยูร อาษานาม (2537 : 22) ก็ได้กล่าวถึงข้อเสียของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติกรไว้ดังนี้

1. เปลืองเวลา
2. ถ้าไม่รู้จักเลือกหรือประดิษฐ์เครื่องมือจะทำให้สิ้นเปลืองทุนทรัพย์
3. นักเรียนจะสนุกกับการเล่นเครื่องมือจนลืมสิ่งที่จะต้องเรียนรู้

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการนี้ พบว่า เป็นวิธีสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ค้นพบด้วยตนเอง โดยครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ทดลอง หาข้อมูล เพื่อสรุปได้เป็นกฎ สูตร ซึ่งนับว่ามีประโยชน์ ช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดหรือข้อสรุปในเรื่องนั้น ๆ และยังทำให้นักเรียนอยู่ในบรรยากาศที่ไม่เคร่งเครียด ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการค้นหากระบวนการและวิธีการต่าง ๆ และมีความกระตือรือร้นในการแก้ปัญหา

6. ความพึงพอใจในการเรียนรู้

6.1 ความหมายความพึงพอใจ

กิติมา ปรีดีดิลก (2529 : 321) ได้กล่าวถึงความหมายความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ชอบหรือพอใจที่มีองค์ประกอบและสิ่งจูงใจในด้านต่าง ๆ ของงาน และ ผู้ปฏิบัติงานนั้น ได้รับการตอบสนองตามความต้องการของเขาได้

ปภาวดี ดุลยจินดา (2543 : 528) กล่าวว่า ความพึงพอใจในงาน หมายถึง ทศนคติ ในทางบวกต่องาน ความพึงพอใจในงานช่วยให้คนทำงานรู้สึกว่าการทำงานมีคุณภาพกับ ช่วยป้องกันมิให้คนทำงานเกิดความรู้สึกห่างเหินกับงาน

สุชา จันทน์เอม (2541 : 17) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง พฤติกรรมที่ถูก กระตุ้น โดยแรงขับของแต่ละคน และมีแนวโน้มมุ่งไปสู่จุดหมายปลายทาง อย่างใดอย่างหนึ่ง ทำให้เกิดความต้องการ

วิจิตรา แสงชัย (2543 : 11) ได้ให้ความหมาย ความพึงพอใจในการปฏิบัติงาน หมายถึง ความรู้สึกที่ผู้ปฏิบัติงานมีทัศนคติที่ดีต่อการปฏิบัติงาน ความรู้สึกนี้จะจูงใจให้ ผู้ปฏิบัติงาน รักงานที่รับผิดชอบอยากทำงาน คิดค้นวิธีการทำงานให้มีประสิทธิภาพที่นำไปสู่ การปฏิบัติงานที่ดีและจะทำให้องค์กรบรรลุวัตถุประสงค์ตามต้องการ

พิน คงพล (2529 : 389) ได้กล่าวถึงความหมายความพึงพอใจในการปฏิบัติงาน คือ ความรู้สึกชอบ ยินดี เต็มใจ หรือเจตคติที่ดีของบุคคลที่มีต่องานที่เขาปฏิบัติ ความพึงพอใจเกิดจากการได้รับการตอบสนองความต้องการ ทั้งด้านวัตถุและจิตใจ

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2535 : 143) ได้กล่าวถึงความหมายความพึงพอใจ ในการทำงาน ไว้ว่า เป็นความรู้สึกรวมของบุคคลที่มีต่อการทำงานในทางบวก เป็นความสุข ของบุคคล ที่เกิดจากการปฏิบัติงานและได้รับผลตอบแทนคือ ผลที่เป็นความพึงพอใจที่ทำให้ บุคคลเกิดความรู้สึกกระตือรือร้น มีความมุ่งมั่นที่จะทำงาน มีขวัญและกำลังใจสิ่งเหล่านี้มีผล

ต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการทำงาน รวมทั้งผลต่อความสำเร็จและเป็นไปตามเป้าหมายขององค์กร

สรุปได้ว่าความหมายความพึงพอใจหมายถึง อารมณ์ ความรู้สึกที่ดี ความรู้สึกชอบหรือพอใจ มีเจตคติที่ดีต่องานที่ปฏิบัติ และตอบสนองตามความต้องการที่ได้รับ

6.2 ความพึงพอใจในการเรียนรู้

พชรพร บุระยาตร์ (2547 : 8) ได้กล่าวถึงความพึงพอใจในการเรียนรู้ ดังนี้ โดยทั่วไปครูผู้สอนและนักศึกษามักจะมองว่า ความพึงพอใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นองค์ประกอบสำคัญส่วนหนึ่งของความสำเร็จในการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนมีความคาดหวังว่าเมื่อตนได้พยายามทำกิจกรรมตามที่ได้รับมอบหมายหรือทำงานที่รับผิดชอบให้ประสบความสำเร็จแล้ว ก็ย่อมเกิดความพึงพอใจหรือความรู้สึกที่ดีต่อการปฏิบัติงานเรื่องนั้น นับว่าเป็นการเสริมแรงให้เกิดการเรียนรู้ที่ได้ผล ดังนั้น การเสริมสร้างให้ผู้เรียนรู้สึกเชื่อมั่นในการทำงานของตนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกยอมรับนับถือตนเองและรู้สึกภูมิใจ ที่ตนทำงานพึงประสบความสำเร็จแล้วส่งผลให้ผู้เรียนจะเกิดความพึงพอใจในการเรียนรู้ และเมื่อพิจารณาตามทฤษฎีของ Thorndike ความพึงพอใจของผู้เรียนจะเกิดความสำเร็จในการเรียนตามกฎแห่งผล (Law of Effect) จะแปรตามระดับความพึงพอใจของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนมีโอกาสประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ ตามสถานการณ์ที่จัดไว้อย่างมีคุณภาพแล้วผู้เรียนจะมีความพึงพอใจในการเรียนรู้ตามกิจกรรมเนื้อหาวิชาดังกล่าว นอกจากนี้ Bailey ได้เสนอกลวิธีการเสริมแรงจูงใจให้เกิดการเรียนรู้ โดยใช้ ARCS Model ซึ่งมีองค์ประกอบของรูปแบบการสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ 4 องค์ประกอบได้แก่ Attention, Relevance, Confidence และ Satisfaction จึงอาจกล่าวได้ว่า เมื่อจัดสถานการณ์การเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดความตั้งใจพยายามตั้งใจมีการจัดเนื้อหาวิชาให้สัมพันธ์เกี่ยวข้องกับบริบทผู้เรียนสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้เรียนและเสริมสร้างความพึงพอใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนก็ย่อมส่งผลให้กิจกรรมเรียนรู้ครั้งนี้มีประสิทธิภาพได้ในที่สุด

6.3 การวัดความพึงพอใจ

การวัดความพึงพอใจนั้น ได้มีนักวิชาการด้านการศึกษาให้ทัศนะไว้อย่างหลากหลาย ดังนี้

บุญเรียง ขจรศิลป์ (2528 : 137) ให้ทัศนะเกี่ยวกับเรื่องนี้ว่า ทักษะคติ หรือเจตคติ เป็นนามธรรม เป็นการแสดงออกก่อนข้างสลับซับซ้อนจึงเป็นการยากที่จะวัดทักษะคติได้โดยตรง แต่เราสามารถวัดทักษะคติโดยอ้อมได้โดยวัดความคิดเห็นของบุคคลเหล่านั้นแทน ดังนั้นการวัดความพึงพอใจก็มีขอบเขตจำกัดด้วย ซึ่งอาจมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นถ้าบุคคลเหล่านั้นแสดงความคิดเห็นไม่ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริง ซึ่งความคลาดเคลื่อนเหล่านี้ย่อมเกิดขึ้นได้เป็นธรรมดาของการวัด

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2535 : 14) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายสำหรับการวัดความพึงพอใจงานไว้ ดังนี้

1. เพื่อจะได้เข้าใจถึงปัจจัยต่าง ๆ ทั้งด้านส่วนบุคคล ด้านงาน ด้านการจัดการ ที่เกี่ยวกับความพึงพอใจและความไม่พึงพอใจในการทำงาน
2. เพื่อจะได้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจและไม่พึงพอใจรวมทั้งเกี่ยวกับการปฏิบัติงานว่าอะไรเป็นสาเหตุให้คนทำงานได้ดี
3. เพื่อให้เข้าใจถึงหน่วยงานลักษณะใดที่คนพึงพอใจและไม่พอใจรวมทั้งเกี่ยวกับการจัดและการบริหารหน่วยงานนั้น
4. เพื่อให้เข้าใจถึงผลจากการไม่พึงพอใจงาน เช่น การขาดงาน ลางาน และการออกจากงาน รวมทั้งได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการศึกษต่อการจัดสวัสดิการบริการต่าง ๆ ว่าจะสามารถสร้างความพึงพอใจให้กับการทำงานได้อย่างไร

ถวิล ธาราโกชน (2522 : 77 – 86) ได้กล่าวถึงการวัดความพึงพอใจไว้ว่าในการวัดความรู้สึกหรือการวัดทัศนคตินั้นจะต้องวัดออกมาในลักษณะของทิศทางซึ่งมีอยู่ 2 ทิศทางคือ ทางบวก หรือทางลบ ทางบวก หมายถึง การประเมินค่าความรู้สึกไปในทางที่ดี ชอบ หรือพอใจ ส่วนทางลบจะเป็นการประเมินค่าความรู้สึกไปในทางที่ไม่ดี ไม่ชอบ หรือไม่พอใจ และการวัดในลักษณะปริมาณ ซึ่งเป็นความเข้มข้น ความรุนแรง หรือระดับทัศนคติไปในทิศทางที่พึงประสงค์หรือไม่พึงประสงค์นั่นเอง ซึ่งวิธีการวัดนั้นมีอยู่หลายวิธี เช่น วิธีการสังเกต วิธีการสัมภาษณ์ วิธีการใช้แบบสอบถาม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. วิธีการสังเกต เป็นวิธีการใช้ตรวจสอบบุคคลอื่น โดยการเฝ้ามองและจดบันทึกอย่างมีแบบแผน วิธีนี้เป็นวิธีการศึกษาที่เก่าแก่ และยังเป็นที่ยอมรับใช้อย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน แต่ก็เหมาะสมกับการศึกษาเป็นรายกรณีเท่านั้น

2. วิธีการสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่ผู้วิจัยต้องออกไปสอบถามโดยการพูดคุยกับบุคคลนั้น ๆ โดยมีการเตรียมแผนงานล่วงหน้า เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แท้จริงมากที่สุด

3. วิธีการใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) วิธีการนี้จะเป็นการใช้แบบสอบถามที่มีข้อความอธิบายไว้อย่างเรียบร้อย เพื่อให้ผู้ตอบทุกคนตอบมาเป็นแบบแผนเดียวกัน มักใช้ในกรณีที่ต้องการข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก ๆ วิธีนี้นับเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุดในการวัดทัศนคติ รูปแบบของแบบสอบถามจะใช้มาตราวัดทัศนคติ ซึ่งที่นิยมใช้ในปัจจุบันวิธีหนึ่ง คือ มาตราส่วนแบบลิเคิร์ต (Likert Scales) ประกอบด้วยข้อความที่แสดงถึงทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าอย่างใดอย่างหนึ่ง แล้วมีคำตอบที่แสดงถึงระดับความรู้สึก 5 คำตอบ เช่น มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด การศึกษาในครั้งนี้ สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง การแสดงความรู้สึกของบุคคลในลักษณะที่ชอบใจ สนใจ กระตือรือร้น และพอใจต่อการร่วมกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยใช้ทักษะกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม ประเมินได้จากการสังเกต การสัมภาษณ์ หรือการสอบถาม

จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจพอสรุปได้ว่า ความพึงพอใจในการเรียนและผลการเรียนจะมีความสัมพันธ์กันทางบวก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ปฏิบัตินั้น ทำให้ผู้เรียนได้รับการตอบสนองความต้องการทางด้านร่างกายและจิตใจ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้เกิดความสมบูรณ์ของชีวิตมากน้อยเพียงใดนั้นก็คือ สิ่งทีครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ในการเสริมสร้างความพึงพอใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน

7. ความคงทนในการเรียนรู้

7.1 ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้

กมลรัตน์ หล้าสุวรรณ (2528 : 239) ได้สรุปว่า ความคงทนทางการเรียนรู้ หมายถึง การรวบรวมประสบการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม และเก็บไว้ได้นาน

ประสาธ อิศรปริดา (2531 : 230) ได้ให้ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้ไว้ว่า ความคงทนในการเรียนรู้เป็นการรักษาไว้ซึ่งผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหรือการเรียนรู้ให้คงอยู่ต่อไป

อเนกกุล กริแสง (2514 : 210) กล่าวว่า ความคงทนในการเรียนรู้หรือความจำ (Remembering) หมายถึงความสามารถในการแสดงให้รู้ว่าได้เรียนรู้สิ่งใดมาบ้างแล้ว ความจำและการเรียนรู้มีความหมายเกี่ยวข้องกันอยู่เสมอ เพราะเราจะแสดงให้ผู้อื่นรู้ว่าเราได้เรียนรู้สิ่งใดมาบ้างก็โดยการแสดงให้เห็นว่าเราจำสิ่งเหล่านั้นได้ดีเพียงใด หากเราจำบทเรียนที่เคยเรียนผ่านมาแล้วไม่ได้เลยแม้แต่น้อย ก็มีความหมายเสมือนว่าเราไม่ได้เรียนรู้สิ่งนั้นมาก่อนเลย ความจำของเราสามารถแสดงออกได้หลายวิธี เช่น

1. การระลึกได้ (Recall) หมายถึง การนึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาก่อน หรือนึกถึงสิ่งที่เคยประสบมาก่อน เป็นต้นว่า ในการเรียนรู้สิ่งใดสิ่งหนึ่ง เมื่อเรียนรู้ได้แล้วก็พักไประยะหนึ่งกลับมานึกดูว่าสิ่งที่เรารู้นั้นมีอะไรบ้าง

2. การจำได้ (Recognition) หมายถึง การแสดงว่าได้เคยรู้จักหรือคุ้นเคยกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งมาก่อนหรือไม่ ซึ่งเราจะแสดงให้เห็นก็ต่อเมื่อสิ่งนั้นมาปรากฏต่อหน้าเราอีกครั้งหนึ่ง เป็นต้นว่า เมื่อเราพบใครคนใดคนหนึ่ง เราอาจจะกล่าวทักทายผู้นั้นว่า “ผมจำได้ว่าเราเคยพบกันมาก่อน แต่นึกไม่ออกกว่าที่ไหน” ใน เรื่องของการจำนี้ บางครั้งเราก็จำผิดพลาดได้เหมือนกัน เช่น ทักคนผิด การจำรูปภาพว่าเป็นสถานที่ที่เราเคยผ่านมาก่อน เป็นต้น

3. การเรียนใหม่ (Relearning) หมายถึง การที่เราสามารถเรียนรู้สิ่งที่เคยเรียนมาก่อนได้รวดเร็วกว่าเดิม เป็นต้นว่า หากเราเคยจำบทอาขยานได้แล้ว อีกหลาย ๆ ปี ต่อมาเราต้องท่องบทอาขยานนั้นใหม่ได้อีก ระยะเวลาที่เราท่องนั้นจะลดลงกว่าที่ใช้ในคราวแรกมากทีเดียว

การเรียนรู้และการจำไม่อาจแยกออกจากกันได้ ถ้าจะทดสอบว่าผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้หรือไม่ จะมีความจำรวมอยู่ด้วยทุกครั้งหรือกล่าวว่า การทดสอบความจำก็คือ การทดสอบว่าผลของการเรียนรู้จะยังคงอยู่หรือไม่เพราะการเรียนวิชาหนึ่ง ๆ นั้นเมื่อเวลาผ่านไปความจำค่อย ๆ หายไปบางครั้งจะจำไม่ได้เลย ดังนั้นการเรียนรู้ที่เกิดจากการกระทำของผู้เรียนจะทำให้ผู้เรียนสามารถระลึกได้เมื่อเวลาผ่านไป (ชัยพร วิชชาวุธ. 2520 : 36)

นอกจากนี้ สุรางค์ จันทน์เอม (2514 : 30) ยังได้สรุปอีกว่าองค์ประกอบส่วนหนึ่งที่จะก่อให้เกิดการเรียนรู้และการจำที่ดีนั้น สิ่งที่สำคัญคือความสนใจและสิ่งนั้นสะดวกต่อการจำ และการจำก็เป็นกระบวนการทางจิตที่สำคัญที่ควรได้รับการดูแลเอาใจใส่จากครูและนักการศึกษาเพราะในด้านการเรียนการสอนนั้นจำเป็นต้องอาศัยเป็นพื้นฐาน

จากความหมายและความสำคัญที่ได้กล่าวมาแล้ว สรุปได้ว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง การคงไว้ซึ่งพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ และความสามารถที่จะระลึกได้เมื่อเวลาได้ผ่านไประยะเวลา 2 สัปดาห์ โดยการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.2 ขั้นตอนของกระบวนการจำ

วิลลิสทรี ทรียงกูร (2526 : 146) กล่าวถึงขั้นตอนของกระบวนการจำไว้ดังนี้

1. ขั้นตอนการเก็บ (Storage) เป็นขั้นกำหนดข่าวสารที่สะสมไว้ด้วยการจำหากไม่สะสมข่าวสารไว้ก็ย่อมไม่เกิดการจำได้
2. ขั้นตอนการทรงไว้ (Retention) เป็นขั้นหน่วงรั้งสิ่งที่สะสมไว้ให้คงอยู่ในความจำ เพื่อจะได้นำกลับมาใช้ในภายหลังด้วยการจำ
3. ขั้นตอนการเรียกกลับ (Retrieval) เมื่อข่าวสารได้เก็บสะสมไว้ในความจำบางส่วนจะได้รับการเรียกกลับมาใช้ในขณะที่เกิดการจำ

นอกจากนี้ แอล เอส เซอร์มาร์ค (L.S. Cermak, 1972 : 4-5) กับนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่าน กล่าวว่า ความจำและการเรียนรู้เป็นของคู่กันและมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด จนเราอาจจะกล่าวได้ว่า การเรียนรู้คือความจำนั่นเอง โดยการที่สมองเก็บเอาเนื้อหาสาระและความรู้ไว้ แต่การจะจดจำสิ่งที่เรียนมาแล้วหรือเก็บประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้มาไว้ในสมองมากหรือน้อย เพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ องค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญคือกระบวนการเรียนรู้ ซึ่ง อาร์ เอ็ม กาเย่ (R.M. Gayne, 1970 : 70-71) อธิบายขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ดังนี้

1. ขั้นสร้างความรู้ความเข้าใจ (Apprehended) ผู้เรียนต้องใช้ความสนใจ ใส่ใจรับรู้สิ่งต่าง ๆ จากสถานการณ์สิ่งเร้าผ่านประสาทสัมผัสและแปลความหมายของสิ่งที่รับรู้ นั้น ๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถและประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคล
2. ขั้นการเรียนรู้หรือขั้นรับเอาไว้ (Acquisition) ในขั้นนี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงในระบบประสาทเกิดเป็นความสามารถอย่างใหม่ขึ้น
3. ขั้นเก็บเอาไว้ในความทรงจำ (Storage) ระยะนี้สิ่งที่รับเอาไว้จะถูกเก็บไว้ในส่วนของความจำในสมองระยะเวลาของการเก็บเอาไว้นี้แตกต่างกันแล้วแต่บุคคลสถานการณ์และสิ่งแวดล้อม
4. ขั้นรื้อฟื้น (Retrieval) เป็นขั้นที่นำเอาสิ่งที่เรียนรู้ที่เก็บไว้ในส่วนความจำของสมองออกมาใช้ ซึ่งจะแสดงออกมาในรูปของพฤติกรรมหรือการกระทำที่สังเกตได้หรือวัดได้

โดยบุคคลอื่น การรื้อฟื้นนี้อาจออกมาโดยพฤติกรรมที่อ้างถึงหรือพาดพิงไปถึงการใช้ความสามารถของสติปัญญา เช่น การคิดแก้ปัญหา วิเคราะห์สถานการณ์ การประเมินค่าสิ่งต่าง ๆ เป็นต้น

และศุภานคา ศ. มนัสทวีชัย (2540 : 31) ได้อธิบายขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้และการจำไว้ดังนี้

1. การจูงใจ (Motivation phase) เป็นการชักจูงให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้
2. ทำความเข้าใจ (Apprehending phase) เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถเข้าใจสถานการณ์ที่เป็นสิ่งเร้า
3. การเรียนรู้ ประยุกต์สิ่งที่เรียนรู้ไว้เป็นความจำ (Acquisition phase) ขั้นนี้จะมี การเปลี่ยนแปลงเกิดเป็นความสามารถอย่างใหม่ขึ้น
4. ความสามารถในการสะสมสิ่งเร้าเก็บไว้ในความจำ (Retention phase) ขั้นนี้เป็นการนำสิ่งที่เรียนรู้ไว้เก็บไว้ในความทรงจำในช่วงเวลาหนึ่ง
5. การระลึกได้ (Recall phase) ขั้นนี้เป็นการนำเอาสิ่งที่เรียนไปแล้วและเก็บเอาไว้นั้นออกมาใช้ในลักษณะของการกระทำที่สังเกตได้
6. การสรุปหลักการ (Generalization phase) ขั้นนี้เป็นความสามารถใช้สิ่งที่เรียนรู้แล้วไปประยุกต์กับสิ่งเร้าใหม่ที่ประสบ
7. การลงมือปฏิบัติ (Performance phase) เป็นการแสดงพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการเรียนรู้
8. การสร้างผลย้อนกลับ (Feedback phase) ขั้นนี้ให้ผู้เรียนสร้างผลการเรียนรู้ กล่าวโดยสรุป จะเห็นได้ว่า กระบวนการเรียนรู้ี้ จะมีส่วนเกี่ยวข้องกับความคงทนในการเรียน คือ ในขั้นตอนที่ 3 ที่ผู้เรียนจะต้องประยุกต์สิ่งที่เรียนรู้ไว้ในความทรงจำและขั้นตอนที่ 4 ที่จะต้องเก็บสะสมไว้ในความจำช่วงเวลาหนึ่ง หลังจากนั้นได้เอาสิ่งที่เก็บไว้ ออกมาใช้ สิ่งที่น่าออกมาใช้ คือ ความคงทนในการเรียนที่เหลืออยู่ในความจำนั่นเอง

7.3 ชนิดของการจำ

วารินทร์ สายโอบเอื้อ และสุณีย์ ชีระคาร (2522 : 135) ได้กล่าวถึงชนิดของการจำ แบ่งออกเป็นลักษณะต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. การระลึกถึงเหตุการณ์ในอดีตที่เกี่ยวข้องกัน (reintegrating) เมื่อมีเหตุการณ์ใหม่เกิดขึ้น ทำให้นึกถึงเหตุการณ์ในอดีตที่คล้ายคลึงกัน ทำให้ระลึกเหตุการณ์ในอดีตได้ เช่น ได้ฟังเพลงหนึ่งที่คุณรักเก่าเคยร้องให้ฟังทำให้ระลึกถึงเหตุการณ์เมื่อครั้งในอดีต
2. การจำได้ (recognition) หมายถึงการจำสิ่งที่เราพบเห็นในอดีตได้ถ้าเราพบอีก เช่น เราจำได้เมื่อครั้งเรียนชั้น ม.ศ.1 ได้ เมื่อมาพบกันอีกทั้ง ๆ ที่ไม่ได้พบมาเป็นเวลาหลายปี
3. การระลึกได้ (recall) เราสามารถท่องจำบทอาขยานเมื่อครั้งเรียน ป.7 ได้ ทั้ง ๆ ที่ไม่สามารถจะจำเหตุการณ์เกี่ยวข้องกับอดีตได้
4. การเรียกซ้ำ (relearning) เป็นการจำสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วในอดีต และลืมหมดแล้ว เมื่อกลับมาเรียนใหม่ สามารถเรียนได้รวดเร็วกว่าเมื่อครั้งอดีต

7.4 ระบบความจำ

ชัยพร วิชชาวุธ (2520 : 39) และกมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ (2528 : 239-242) กล่าวว่า ระบบความจำของคนแยกออกเป็น 3 ระดับ คือ

1. ระบบความจำการรู้สึกสัมผัส (Sensory Memory) หมายถึง ความคงอยู่ของความรู้สึกสัมผัสหลังจากที่การเสนอสิ่งเร้าสิ้นสุดลง
2. ระบบความจำระยะสั้น (Short-term Memory หรือ STM) เป็นความจำหลังการเรียนรู้ สิ่งเร้าที่ได้รับการตีความจนเกิดการรับรู้แล้วก็จะอยู่ในความจำระยะสั้น เราใช้ความจำระยะสั้นสำหรับการจำชั่วคราวเพื่อประโยชน์ในขณะที่จำอยู่เท่านั้น
3. ระบบความจำระยะยาว (Long-term Memory หรือ LTM) เป็นความจำที่มีความคงทนถาวรกว่า STM เราจะไม่รู้สึกในสิ่งที่จำอยู่ใน LTM แต่เมื่อต้องการใช้หรือมีสิ่งหนึ่งสิ่งใดมาสะกิดก็สามารถจะรื้อฟื้นขึ้นมาได้

นอกจากนี้ ถวิล ชาราโรจน์และศรีณีย์ คำริสุข (2546 : 94) กล่าวว่า คนเรารับรู้เรื่องราวและข้อมูลต่าง ๆ มากมายในแต่ละวัน แต่สามารถที่จะจำได้เพียงบางส่วนเท่านั้น ความจำเป็นเหมือนรูปแบบที่คนเรามีอยู่ในตัว ซึ่งนักจิตวิทยาได้ให้ความสนใจศึกษากันอย่างกว้างขวางและจากผลการศึกษาที่มีชื่อเสียงแนวหนึ่ง มีความเห็นว่าความจำของคนเราแบ่งออกเป็น 3 ระบบ คือ ความจำการรู้สึกสัมผัส ความจำระยะสั้นและความจำระยะยาว

1. ความจำการรู้สึกสัมผัส (Sensory memory) เป็นความจำเมื่อมีสิ่งเร้าหรือข้อมูลต่าง ๆ ผ่านประสาทรับสัมผัสเข้ามา และก็เลือนหายไปอย่างรวดเร็ว โดยที่ยังไม่มีการวิเคราะห์ความหมาย มันเป็นความจำที่มีระยะสั้นมากเกิดขึ้นทันทีทันใดในระยะที่เร็วกว่า 1 วินาทีหรือประมาณ 1 วินาที ตัวอย่างเช่น ความจำภาพติดตา ความจำเสียงก้องหู เป็นต้น

ความจำภาพติดตา (Iconic memory) เป็นการรู้สึกสัมผัสโดยมีสิ่งเร้าเข้าไปทางตา หมายถึง การมองเห็นสิ่งเร้าหรือข้อมูลนั้น ๆ ด้วยตา เช่น ฉายภาพแวบหนึ่งลงบนจอแล้วดับไฟ ปรากฏว่า ภาพนั้นยังอยู่ในความทรงจำเราต่อไปอีกระยะหนึ่ง หลังจากภาพบนจอหายไปแล้ว และ จากการศึกษาค้นคว้าความจำภาพติดตา โดยการฉายตัวอักษรหรือตัวเลขให้ดูจากจำนวน 9-16 ตัว นักจิตวิทยาบางคนพบว่า บุคคลสามารถจำได้ 4 ตัว ในเวลาประมาณ 1 วินาที บางคนพบว่าจำได้ 4 ตัว ในเวลาน้อยกว่า 1 วินาที และบางคนพบว่า จำได้ถึง 5 ตัวในเวลา 1 วินาที

ความจำเสียงก้องหู (Echoic memory) เป็นการรู้สึกสัมผัสโดยมีสิ่งเร้าเข้าไปทางหู คือ เสียง และเมื่อเสียงนั้นหยุดลงแล้วแต่เรายังรู้สึกได้ว่าเสียงนั้นยังคงก้องอยู่ในหูต่อไปอีกระยะหนึ่งและหลังจากการศึกษาค้นคว้าความจำเสียงก้องหู โดยใช้ตัวอักษรหรือตัวเลขให้ฟังแล้วตอบ ถ้าตอบทันทีหลังเสียงสิ้นสุดจะจำได้ประมาณเกือบ 5 ตัว และหลังจากเสียงเงียบหายไป 2 วินาที จะจำได้ราว 4-5 ตัว แต่หลังจากนี้ไปแล้วจะจำไม่ได้เลย

ฉะนั้นจากการศึกษาค้นคว้าที่กล่าว ความจำภาพติดตาจะคงสภาพของการจำติดตาอยู่ประมาณ 1 วินาที ส่วนความจำเสียงก้องหูจะคงสภาพของการจำก้องหูอยู่ประมาณ 1.5-2 วินาที

2. ความจำระยะสั้น (Short-Term Memory หรือ STM) เป็นการจำทันทีทันใดที่มีต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ ซึ่งสิ่งเร้านั้นเพิ่งจะมีการรับรู้เกิดขึ้น หรือเป็นการชั่วคราว มีช่วงระยะเวลายาวนานกว่าความจำการรู้สึกสัมผัส ซึ่งจากการศึกษา พบว่า ช่วงความจำในความจำระยะสั้น สามารถเก็บข้อมูลเฉลี่ยเป็นจำนวน 7 หน่วย หรืออยู่ในช่วงประมาณ $7+...2$ หน่วย ในเวลาประมาณ 30 วินาที นั่นหมายความว่า เมื่อรับรู้สิ่งนั้นแล้ว จะสามารถจำได้นานประมาณ 30 วินาที หลังจากนั้นไปก็จะจำไม่ได้ ฉะนั้นถ้าจะให้สิ่งเร้านั้นคงอยู่ในความจำระยะสั้นนานมากขึ้น เราจำเป็นจะต้องใส่ใจและทบทวนอยู่ตลอดเวลา

3. ความจำระยะยาว (Long-Term Memory หรือ LTM) เป็นการจำข้อมูลหรือสิ่งเร้าบางสิ่งบางอย่างที่เพิ่งจะรับรู้มา และถ้าข้อมูลได้รับการเอาใจใส่ มันจะถูกเก็บไว้ในความจำระยะยาว ทำให้เราจำข้อมูลนั้นได้และก็อาจลืมได้ถ้าขาดการเอาใจใส่

เพื่อความเข้าใจนักจิตวิทยาอธิบายว่า ความจำระยะยาวเปรียบเหมือนหนังสืออ้างอิง หรือแม้แต่จะบอกว่าเป็นบรรณารักษ์อ้างอิงก็ได้ นั่นหมายความว่า ความจำระยะยาวเป็นเหมือนที่รวมหรือห้องเก็บข้อมูลที่มีอยู่ คริเดอร์และคณะ(Crider and Others, 1983 : 235 อ้างใน ถวิล ชาราโภชน์และสรณีย์ คำริสุข,2546 : 94) เมื่อเวลาจะใช้สิ่งใดคนเราอาจหยุดคิดเกี่ยวกับสิ่งนั้นจนกระทั่งทำให้นึกถึงสิ่งนั้นได้ จึงเกิดเป็นการจำสิ่งนั้นก็ได้ เช่น การจำชื่อเพื่อนร่วมรุ่นที่เรียนด้วยกัน การจำชื่อพ่อแม่ของเรา การจำเบอร์โทรศัพท์ของญาติที่ใช้บ่อย ๆ เป็นต้น จะเห็นได้ว่าการจำระยะยาวนี้คือความคงทนในการจำนี่เอง

ความจำของคนเราไม่คงทนถาวรอยู่ตลอดไป เรามักจะหลงลืมสิ่งที่เราได้เรียนรู้หรือประสบมาก่อนอยู่เสมอ เช่น เราอาจจะจำทำนองเพลงได้แต่จำเนื้อร้องไม่ได้ หรือจำหน้าเพื่อน ๆ ที่เคยเรียนด้วยกันเมื่อเล็ก ๆ ได้แต่นึกชื่อไม่ออก เป็นต้น การจดจำหรือการลืมสิ่งที่เคยเรียนรู้หรือเคยประสบมาได้มากน้อยเพียงใดนั้น เวลามีส่วนเกี่ยวข้องอยู่มาก ดังที่เอเนกกุลกรีแสง (2514 : 211) ได้กล่าวว่า เวลามีส่วนเกี่ยวข้องกับการลืมสิ่งต่าง ๆ อยู่มาก หากเราวัดปริมาณของความจำในระยะเวลาต่าง ๆ กันภายหลังการเรียนรู้แล้ว ก็จะทำให้ทราบว่าในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน เราลืมสิ่งที่เคยเรียนรู้หรือเคยประสบมาก่อนมากน้อยเพียงใด ในเรื่องเกี่ยวกับการวัดความจำในระยะเวลาต่าง ๆ กันนี้ ชัยพร วิชชาวุธ (2520 : 32-35) ได้กล่าวอ้างถึงการศึกษาค้นคว้าของเอบบิงเฮ้าส์ (Ebbinghaus) ซึ่งได้ทำการค้นคว้าเรื่องเส้นโค้งแห่งความจำ (Retention Curve) พบว่าความจำหายสาบสูญไปอย่างรวดเร็วในระยะเวลา 20 นาทีแรกจนถึง 9 ชั่วโมงแรก กล่าวคือ เมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที ความจำลดลงเหลือน้อยกว่าร้อยละ 60 เมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง ความจำลดลงเหลือน้อยกว่าร้อยละ 50 และเมื่อเวลาผ่านไป 9 ชั่วโมง ความจำลดลงเหลือน้อยกว่าร้อยละ 40 หลังจากนั้นความจำจะค่อย ๆ หายไปที่ละน้อย จนเหลือประมาณร้อยละ 20 ในเวลาประมาณ 31 วัน

7.5 เทคนิคการจำ

ในด้านเทคนิคการจำนั้น กมลรัตน์ หล้าสูงงษ์ (2528 : 249-250) ได้กล่าวว่า การสร้างอินทรีย์ให้เกิดความจำได้นั้นสามารถทำได้ดังนี้

1. การเรียนเกิน (Over Learning) คือ การทบทวนซ้ำแล้วซ้ำอีก แม้ว่าจะจำสิ่งนั้นได้แล้วก็ตาม
2. การทดสอบตนเอง คือ การศึกษาจนจบแล้วทดสอบสิ่งที่ศึกษานั้นซ้ำอีกด้วยตนเอง เช่น เมื่ออ่านหนังสือจบแล้วก็ปิดหนังสือทบทวนสิ่งที่อ่านไปเมื่อครู่นี้เป็นต้น

3. การจัดระเบียบ (Organization) คือ การจัดสิ่งเร้าหลาย ๆ กลุ่มให้มีระเบียบ โดยจัดเป็นกลุ่ม เช่น การจัดสิ่งเร้าที่คล้ายคลึงกันอยู่ในกลุ่มเดียวกัน เป็นต้น
4. การจับหลัก (Principle) คือ การจำโดยพยายามจับหลักของสิ่งเร้าต่าง ๆ ให้ได้เพียงหลักกว้าง ๆ ไม่ต้องจำรายละเอียดปลีกย่อย
5. การสร้างรหัส (Coding) คือ การกำหนดสัญลักษณ์หรือ ความหมายสิ่งเร้าที่ต้องการจำ

7.6 การวัดความจำ

การวัดระยะความคงทนในการจำหรือการเรียนรู้ นั้นแนลลี (Nunnally, 1959 : 105 – 108) กล่าวว่า เพื่อก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ น้อยลง ควรเว้นช่วงเวลาในการสอบซ้ำห่างกันอย่างน้อย 2 สัปดาห์ เพราะ ความเคยชินในการทำแบบทดสอบ จะทำให้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทั้งสองครั้งสูง

ชัยพร วิชชาวุธ (2525 : 118) ได้กล่าวว่า การศึกษาทบทวนสิ่งที่จำได้อีกซ้ำอีก จะช่วยให้ความจำถาวรมากยิ่งขึ้น ช่วงระยะเวลาที่ความจำระยะสั้นจะฝังตัวกลายเป็นความจำระยะยาวหรือความคงทนในการจำ ในเวลาประมาณ 14 วัน หลังจากได้เรียนรู้ผ่านไป

ชวาล แพร์ตกุล (2536 : 1) กล่าวว่า ในการสอบซ้ำโดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกันไปลองสอบกับกลุ่มบุคคลกลุ่มเดียวกัน เวลาในการทดสอบครั้งแรกและครั้งที่สอง ควรเว้นให้ห่างกันประมาณ 2 – 4 สัปดาห์

นอกจากนี้ ถวิล ชาราโกชน์และศรัณย์ คำริสุข (2546 : 98 – 100) ได้กล่าวถึงประสิทธิภาพในการจำว่าสิ่งสำคัญแรกสุดที่จะทำให้การจำมีประสิทธิภาพคือความตั้งใจ เพราะความตั้งใจจะเป็นตัวควบคุมความคิดให้มีระบบและมีขอบเขตแน่นอน ถ้าขาดความตั้งใจ ความคิดจะเลื่อนลอย ทำให้จำสิ่งต่าง ๆ ไม่ได้ดี ดังที่ ปอล ชาโกต์ กล่าวว่า “ความตั้งใจเป็นเสมือนหนึ่งเหล็กที่จารึกสิ่งที่ต้องการลงในความจำ ทำให้รอยจารึกนั้นคงทนยากที่ลบเลือนได้” นอกจากความตั้งใจแล้วยังต้องมีความสนใจอีก เนื่องจากการจำสิ่งต่าง ๆ นั้นถ้าขาดความสนใจ จะทำให้มองเห็นสิ่งนั้นไม่ชัดเจน ทำให้จำสิ่งนั้นได้ไม่ดีเท่าที่ควร

ความจำระยะยาวเป็นความจำที่มีค่าอย่างยิ่ง เป็นความหมายหรือความเข้าใจในสิ่งที่ตนรู้สึก เป็นการตีความซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิม ความสนใจและความเชื่อมั่นของแต่ละคน สิ่งที่จะช่วยให้เกิดความคงทนในการจำสรุปได้ 2 ประการ คือ ลักษณะของความต่อเนื่องหรือความสัมพันธ์กันของประสบการณ์ที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ และการทบทวนสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้วอยู่เสมอ เกี่ยวกับเรื่องนี้ ชัยพร วิชชาวุธ (2520 : 118) กล่าวว่า การศึกษา

บททวนสิ่งที่จำได้คืออยู่แล้วซ้ำแล้วซ้ำอีกจะช่วยให้ผลความจำระยะยาวหรือความคงทนดีขึ้น การวัดความคงทนในการจำควรจัดหลังจากการเรียนรู้ผ่านไปแล้ว 1 สัปดาห์ ถึง 1 เดือน การช่วยให้เด็กเกิดความจำระยะยาวได้คือนั้น อเนกกุล กริแสง (2514 : 98 – 105) ได้เสนอแนะให้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

1. จัดบทเรียนให้มีความหมาย
 - 1.1 การสร้างสื่อสัมพันธ์
 - 1.2 การจัดเป็นระบบไว้ล่วงหน้า
 - 1.3 การจัดเป็นลำดับขั้น
 - 1.4 การจัดเข้าเป็นหมวดหมู่
2. การจัดสถานการณ์ช่วยการเรียนรู้
 - 2.1 การนึกถึงสิ่งที่เรียนในขณะที่ฝึกฝนอยู่
 - 2.2 การเรียนเพิ่ม
 - 2.3 การทบทวนบทเรียน
 - 2.4 การจำอย่างมีลักษณะ
 - 2.5 การท่องจำ
 - 2.6 การใช้จินตนาการ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคงทนในการจำ สรุปได้ว่า การจำเป็น กระบวนการสำคัญที่จะได้รับการดูแลเอาใจใส่จากครูผู้สอนและนักการศึกษา เพราะ ในการเรียนการสอนนั้นจำเป็นต้องอาศัยการจำเป็นพื้นฐาน ความจำของคนเราไม่คงทนถาวรอยู่ตลอดไป เมื่อเวลาผ่านไปความจำจะลดลงเรื่อย ๆ จนถึงช่วงเวลาหนึ่งก็จะกลายเป็นการลืมไป ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนที่จะทำให้นักเรียนเกิดการความคงทนในการเรียนรู้ได้นานที่สุด จึงขึ้นอยู่กับครูผู้สอน

8. ประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้

8.1 การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงเพื่อนำไปสอนจริงให้ได้ ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช (2537 : 494 – 498) ได้ให้ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ คือ

8.1.1 เกณฑ์การหาประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่มีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน

เกณฑ์การหาประสิทธิภาพ กำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนทั้งหมด ต่อร้อยละของผลการทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ตัวอย่าง 80/80 หมายความว่า เมื่อเรียนจากแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกหรืองานได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 80 และทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 80

การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ ความจำ มักจะตั้งไว้ 80/80 ,85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะ อาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 หรือ 70/70 เป็นต้น อย่างไรก็ตามไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำจนเกินไป เพราะถ้าตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใด มักจะได้ผลเท่านั้น

8.1.2 ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

เมื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ขึ้นเป็นต้นฉบับแล้ว ต้องนำไปหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามขั้นตอน ดังนี้

- 1) ชั้น 1 : 1 (แบบเดี่ยว) คือ นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียน 1 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น
- 2) ชั้น 1 : 10 (แบบกลุ่ม) คือ นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียน 6 - 10 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น
- 3) ชั้น 1 : 100 (ภาคสนามหรือกลุ่มใหญ่) คือ นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียน 30 - 100 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น

8.2 ดัชนีประสิทธิผล

ดัชนีประสิทธิผล หมายถึง ตัวเลขที่แสดงถึงความก้าวหน้าในการเรียนของผู้เรียนโดยเปรียบเทียบจากคะแนนที่เพิ่มขึ้นจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียนกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนและคะแนนเต็มหรือคะแนนสูงสุดกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน เมื่อมีการประเมินสื่อการสอนที่ผลิตขึ้น จะดูประสิทธิผลทางการสอนและการวัดประเมินผลสื่อการสอนนั้น ตามปกติการประเมินความแตกต่างของค่าคะแนน ใน 2 ลักษณะ คือ ความแตกต่างของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียนหรือการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ทัตแมน เฟรชเชอร์และชไนเดอร์ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ.2545 : 84 ; อ้างอิงมาจาก Goodman, Fletcher and Schneider. 1980 : 30-31) ได้กำหนดสูตรการหาดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ไว้ดังนี้

$$E.I. = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียน} - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}$$

E.I. = ดัชนีประสิทธิผล

ดัชนีประสิทธิผล แสดงให้เห็นว่า หลังที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยสื่อหรือนวัตกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทำให้ผู้เรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นหรือมีความก้าวหน้าทางการเรียนดีขึ้นร้อยละเท่าไร

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

9.1 งานวิจัยในประเทศ

อารีย์ คำปล้อง (2536 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยการสอนแบบปฏิบัติการ เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีความมุ่งหมายเพื่อสร้างบทเรียนปฏิบัติการ เรื่อง คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเพื่อศึกษาผลของการสอนแบบปฏิบัติการเรื่องคุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 311 ของโรงเรียนอิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย เขตราชบุรีบูรณะ กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 45 คน โดยสุ่มเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน ผู้วิจัยสอนกลุ่มทดลองใช้การสอนแบบปฏิบัติการ และกลุ่มควบคุมให้ครูประจำชั้นสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการสอนแบบปฏิบัติการ แผนการสอนแบบปกติ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง

คุณสมบัติเกี่ยวกับวงกลม ผลการวิจัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการและนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการสูงกว่าของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

กฤษฎา ศรีชนะ (2537 : 72–79) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ ความคิดสร้างสรรค์ ในวิชาคณิตศาสตร์เรื่องรูปเรขาคณิตและรูปทรงเรขาคณิตที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับวิธีสอนแบบปกติ ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ ความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

สุนันท์ ติมวิชัย (2543 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอัสสัมชัญตำบอง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 จำนวน 2 ห้องเรียน ๆ ละ 48 คน รวม 96 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการสอนแบบปฏิบัติการและกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการสอนแบบปฏิบัติการ แผนการสอนตามคู่มือครู แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและวงกลม ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วงเดือน อินทนิเวศน์ (2544 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ภายใต้สิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวัน ด้วยวิธีสอนแบบปฏิบัติการ เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง ใช้เวลาในการสอน 14 คาบ ๆ ละ 50 นาที แบบแผนการทดลอง One-Group Pretest-Posttest Design และวิเคราะห์ข้อมูลโดยการทดสอบค่าสถิติ t-test Dependent พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

คณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

ประสิทธิ์ เศษวงส์ (2547 : 101-103) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ เรื่อง รูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัย พบว่า 1. ผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ เรื่อง รูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในวงรอบที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่ตั้งใจทำงานให้เสร็จทันเวลาและมีคะแนนดีขึ้นกว่าในวงรอบที่ 1 2. การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในวงรอบที่ 2 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและสูงกว่าประสิทธิภาพในวงรอบที่ 1 3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในวงรอบที่ 2 มีค่าดัชนีประสิทธิผลสูงกว่าในวงรอบที่ 1

ศิริรัตน์ อุปลัมภ์เกื้อกูล (2547 : 52) ได้ศึกษากิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัย พบว่า 1. จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอบผ่านเกณฑ์การเรียนเรขาคณิต เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 70 ขึ้นไป ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิต เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ที่ระดับนัยสำคัญ .01

อรทัย ศรีอุทธา (2547 : 59) ได้สร้างชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติสูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประสพ พรหมดิเรก (2547 : 66-69) ได้ศึกษาการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ จำนวนซึ่งมีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 1,000 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้าเพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ จำนวนซึ่งมีผลลัพธ์และ

ตัวตั้งไม่เกิน 1,000 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และเพื่อเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสามัคคีรดิไฟอำเภอเมือง จังหวัคนครราชสีมา จำนวน 45 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 13 แผน แบบฝึกเสริมทักษะประกอบแผน จำนวน 13 ชุด และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ผลการศึกษาค้นคว้า พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ จำนวน ซึ่งมีผลลัพท์และตัวตั้งไม่เกิน 1,000 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพ 76.33/75.40 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง การบวก ลบ จำนวนซึ่งมีผลลัพท์และตัวตั้งไม่เกิน 1,000 หลังเรียนกับระยะเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ไม่แตกต่างกัน

ธัญญาพร เกียรวิรัตน์ (2548 : 123-124) ได้ศึกษาการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง การบวก ลบ จำนวนที่มีผลลัพท์และตัวตั้งไม่เกิน 100 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้าเพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ จำนวนซึ่งมีผลลัพท์และตัวตั้งไม่เกิน 100 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะและเพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ ผลการศึกษาค้นคว้า พบว่า 1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง การบวก ลบ จำนวนที่มีผลลัพท์และตัวตั้งไม่เกิน 100 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.81/82.38 2. นักเรียนที่ได้รับการพัฒนาการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง การบวก ลบ จำนวนที่มีผลลัพท์และตัวตั้งไม่เกิน 100 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6574 ซึ่งหมายความว่า หลังเรียนนักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนร้อยละ 65.74 3. นักเรียนที่ได้รับการพัฒนาการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างหลังเรียนกับเมื่อระยะเวลาผ่านไป 15 วัน ไม่แตกต่างกัน แสดงว่านักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้

รุ่งทิวา นูร์รัตน์ (2549 : 116-117) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัย พบว่า 1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 85.71/89.20 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 2. ค่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เท่ากับ 0.8272 3. ร้อยละค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เท่ากับ 89.20 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 4. ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาเท่ากับร้อยละ 87.15 5. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดีมาก

9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

เออร์เทปินาร์และกีบาน (Ertepinar and Geban.1996 : 333-341) ได้ศึกษาผลกระทบของวิธีการสอนแบบปฏิบัติการต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้ใบงานกับกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้การปฏิบัติการ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 43 คน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัย พบว่า แม้คะแนนทดสอบก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มจะไม่มีแตกต่างกัน แต่หลังการเรียน 5 สัปดาห์ผ่านไป กลับพบว่าคะแนนทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

อัลเลิน (Allen.2004 : 3239-B) ได้ทำการศึกษา เรื่อง การพัฒนาและการประเมินผลสภาพการเรียนรู้วิชาเคมีเกี่ยวกับพัฒนาการด้านมโนคติโดยใช้การสอนแบบปฏิบัติการ ผลการวิจัยครั้งนี้มีความเชื่อว่าน่าจะมีผลในด้านบวกต่อผลการเรียนและทัศนคติของนักเรียน กล่าวคือ ด้านการเรียนรู้แบบร่วมมือ การปฏิบัติจริง ความสอดคล้องกับชีวิตจริงและการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ การทดลองครั้งนี้ใช้เวลาหนึ่งปีเต็ม แล้วมีการประเมินผลทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ นั่นคือการทดลองในภาคเรียนแรก ผลด้านปริมาณจากการเรียนวิชาเคมีเบื้องต้น ได้ผลดีมากว่าการสอนบรรยายแบบเดิม ส่วนในภาคเรียนที่สองเป็นผลการเรียนด้านคุณภาพ โดยดูจากพฤติกรรมที่แก้ปัญหาและพัฒนาการด้านความสามารถ ซึ่งสังเกตจากการเรียน การปฏิบัติพร้อมทั้งกลยุทธ์ที่นักเรียนใช้ในการเรียน พบว่า นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ มีความพึงพอใจในผลการเรียนและบรรยากาศในการเรียน

เฮอริงตัน (Herrington.2004 : 3998-A) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการสอนปฏิบัติการ ผู้วิจัยทำการศึกษาจากนักเรียนและผู้ช่วยสอน (TA) เกี่ยวกับคุณลักษณะที่สำคัญที่มีผลต่อวิธีการสอนปฏิบัติการในการสอนเนื้อหาที่เกี่ยวกับการสอนเคมีเบื้องต้น เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบสอบถาม การสัมภาษณ์และการสังเกตของผู้วิจัย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนและผู้ช่วยสอนส่วนใหญ่เห็นด้วยเป็นอย่างมากถึงความแตกต่างกันของสิ่งแวดล้อมในการปฏิบัติการและบทบาทของผู้ช่วยสอนมีส่วนสำคัญต่อประสิทธิภาพในการสอน นอกจากนี้ยังพบว่าสถานที่เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้สิ่งแวดล้อมในการสอนด้วยห้องปฏิบัติการแตกต่างกัน

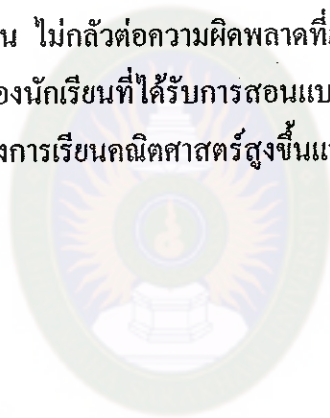
แวกเนอร์ (Wagner.2004 : 2423-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระดับพฤติกรรมด้านทักษะของนักเรียนที่เรียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สื่อประสมกับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปฏิบัติการ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนในระดับต่ำกว่าปริญญา จำนวน 60 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน กลุ่มแรกเรียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สื่อประสม กลุ่มที่สองเรียนด้วยวิธีสอนแบบปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบสอบถาม จากการทดสอบค่าทางสถิติโดยใช้ t-test พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม โดยกลุ่มที่เรียนแบบปฏิบัติการมีระดับพฤติกรรมด้านทักษะสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์สื่อประสม

เกตส์ (Gates.1977 : 4193-A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตใน CUPM คณิตศาสตร์ระดับ 1 และเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักศึกษาวิชาเอกการประถมศึกษาที่เรียนจากการสอนแบบปฏิบัติการและการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักการศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนคณิต 3391 ที่มหาวิทยาลัยอาร์กันซอ ผลการวิจัย ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนจากการสอนแบบปฏิบัติการและการสอนปกติแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเจตคติของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คอร์วิน (Corwin.1978 : 6584-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตของนักเรียนที่เรียน โดยการสอนแบบปฏิบัติการและมีการพักกระดากเป็นรูปทรงเรขาคณิตเป็นเครื่องช่วยกับการสอนแบบบรรยายและอภิปรายได้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการ นอกจากนี้ ยังได้ศึกษาถึงการตอบสนองของครูที่มีต่อการสอนแบบปฏิบัติการ การวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยครู 8 คน โดยครูแต่ละคนสอนนักเรียน 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งสอนแบบปฏิบัติการ อีกกลุ่มหนึ่งสอนโดยวิธีการบรรยายและ

อภิปราย ผลการวิจัย พบว่า เจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติและนอกจากนี้ยังพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติมีความสัมพันธ์กันทางบวก สำหรับครูนั้นพบว่า มีเจตคติในทางบวกต่อการสอนแบบปฏิบัติการ ทั้งครูและนักเรียนรู้สึกว่าการใช้เทคนิคพับกระดาษเป็นรูปทรงเรขาคณิตช่วยให้นักเรียนเห็นภาพพจน์และเข้าใจโมเดลได้ดี

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พอสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการมีคุณค่าต่อครูผู้สอนในด้านการจัดกิจกรรมที่ทำให้การนำความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ สามารถโยงไปสู่เหตุการณ์หรือชีวิตประจำวันได้มากขึ้น ก่อให้เกิดบรรยากาศในการเรียนที่มีชีวิตชีวา ในส่วนคุณค่าต่อนักเรียนนั้น ได้แก่ การที่ได้จับต้องอุปกรณ์ในการปฏิบัติกิจกรรม จะช่วยให้นักเรียนเห็นภาพพจน์ เกิดมโนคติที่ชัดเจน กระตือรือร้นในการเรียน ไม่กลัวต่อความผิดพลาดที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการมีระดับพฤติกรรมด้านทักษะสูงขึ้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้นและมีความคงทนในการเรียนรู้



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY