

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยการจัดลำดับการเสนอดังนี้

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี

คณิตศาสตร์

ความหมายของคณิตศาสตร์

ลักษณะของคณิตศาสตร์

ความสำคัญของคณิตศาสตร์

จุดประสงค์ทั่วไปของคณิตศาสตร์

โครงสร้างของคณิตศาสตร์

เนื้อหาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา

เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนระดับประถมศึกษา

การสอนคณิตศาสตร์

ความหมายของการสอน

ความมุ่งหมายของการสอนคณิตศาสตร์

หลักการสอนคณิตศาสตร์

ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์

จิตวิทยาที่ใช้ในการสอนคณิตศาสตร์

การสอนคณิตศาสตร์โดยวิธีของ สสวท.

การสอนแบบปฏิบัติการ

ความหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ
 จุดมุ่งหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ
 ลักษณะของการสอนแบบปฏิบัติการ
 คุณค่าของการสอนแบบปฏิบัติการ
 ประเภทของการสอนแบบปฏิบัติการ
 หลักการในการสอนแบบปฏิบัติการ
 การวางแผนในการสอนแบบปฏิบัติการ
 ขั้นตอนการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการ
 ประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบปฏิบัติการ

งานวิจัยในประเทศ
 งานวิจัยต่างประเทศ

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง ความรู้ความเข้าใจ ความสามารถ และทักษะทางด้านวิชาการ รวมทั้งสมรรถภาพทางสมองด้านต่างๆ ได้แก่ ระดับสติปัญญา การคิด การแก้ปัญหาต่างๆ ของเด็ก ซึ่งแสดงให้เห็นด้วยคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หรือการรายงานทั้งเขียนและพูด การทำงานที่ได้รับมอบหมาย การทำ การบ้านในแต่ละรายวิชา (พวงแก้ว โคจรานนท์, 2530 : 25) นอกจากนี้ พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530 : 29) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า คุณลักษณะรวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ ของสมรรถภาพทางสมอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ยังหมายรวมถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ซึ่งจำแนกตามพฤติกรรมในการเรียนคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ระดับ (Wilson, 1971 : 643-696 อ้างถึงใน พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2538 : 60-75) ดังนี้

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) ระดับนี้เป็นการวัดเกี่ยวกับทักษะในการคำนวณ ได้แก่ การวัดความรู้ ความจำแบบง่าย ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนผ่านไปแล้ว พฤติกรรมนี้แบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) เป็นความสามารถที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่างๆ ที่นักเรียนเคยได้รับจากการเรียนการสอนมาแล้ว คำถามที่วัดความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สะสมเป็นระยะเวลาอันยาวนานแล้ว

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึก หรือจำศัพท์และนิยามต่างๆ ได้โดยคำถาม อาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability of Carrying Out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริง หรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มา ข้อสอบที่วัดความสามารถด้านนี้ ต้องเป็น โจทย์ง่ายๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคำนวณแต่ซับซ้อนกว่า แบ่งเป็น 6 ชั้น ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริงเพราะมโนคติเป็นนามธรรม ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่างๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความ หรือยกตัวอย่างของมโนคตินั้น โดยใช้คำพูดของตนเอง หรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ซึ่งเขียนในรูปใหม่ หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนในชั้นเรียน มิฉะนั้นจะเป็นการวัดความจำ

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principles, Rules and Generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหา จนได้แนวทางในการแก้ปัญหา คำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการ และกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้ เป็นการถามเพื่อวัดความสามารถในการมองเห็นส่วนประกอบย่อยของข้อความทางด้านคณิตศาสตร์ตามลักษณะที่มุ่งหวัง ส่วนใหญ่จะเป็นคำถามเกี่ยวกับศัพท์และนิยามในคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Elements From One Mode to Another) เป็นความสามารถในการเปลี่ยนข้อความให้เป็นสัญลักษณ์หรือสมการในขั้นตอนนี้มิได้รวมถึงการคิดคำนวณหาคำตอบจากสมการนั้น

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to Follow a Line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่าน และเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่วไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) เป็นความสามารถในการอ่านและตีความจากใจปัญหา ความสามารถนี้รวมทั้งการแปลความหมายจากกราฟหรือข้อมูลทางสถิติ ตลอดจนการแปลสมการหรือตัวเลขให้เป็นรูปภาพ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน หรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนต้องเลือกกระบวนการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่ยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับที่ประสบอยู่ระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจ และเลือกกระบวนการแก้ปัญหานั้นได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparison) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้อาจต้องใช้วิธีในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในแยกแยะ จำแนกปัญหาใจปัญหาออกเป็นส่วนย่อยว่ามีความจำเป็นหรือไม่ในการนำไปใช้แก้ปัญหาใจปัญหา

3.4 ความสามารถในการมองเห็นรูปแบบ ลักษณะ โครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to Recognize Patterns Isomorphisms and Symmetries) พฤติกรรมในขั้นนี้จะเกี่ยวกับการระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล และระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยจากข้อมูล หรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็น โจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมา รวมทั้งความริเริ่มสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพทางสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ชั้น ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve Problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อนไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง หรือไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจในมโนทัศน์นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่างๆที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ใหม่หรือนำสัญลักษณ์จากสิ่งที่กำหนดให้มาสร้างสูตรใหม่ด้วยตนเอง หรือเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการหาคำตอบ

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็นความสามารถในการสร้างภาษาเพื่อยืนยันข้อความทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล โดยอาศัยนิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วมาพิสูจน์ โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ข้อพิสูจน์ (Ability to Criticize Proofs) เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ อาจเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าพฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาด

4.5 ความสามารถในการสร้างสูตร และทดสอบความถูกต้อง ให้มีผลใช้ได้ในกรณีทั่วไป (Ability to Formulate and Validate Generalizations) เป็นความสามารถในการค้นพบสูตรหรือ กระบวนการแก้ปัญหา และพิสูจน์ว่าใช้ในกรณีทั่วไปได้

ดังนั้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถทางด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์รวมทั้งความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ที่เกิดจากบุคคลที่ได้รับ

การเรียนรู้ ทำให้มีการพัฒนาขึ้น เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นเป็นผลสำเร็จ

2. ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ลิวน สายยศและอังคณา สายยศ (2536. 146-147) ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะ เป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอ (Paper and Pencil Test) กับให้นักเรียนปฏิบัติจริง ซึ่งแบ่งแบบทดสอบประเภทนี้เป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นข้อคำถามที่เกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บกพร่องที่ตรงไหน จะได้ซ่อมเสริม หรือเป็นการวัดดูความพร้อมที่จะเรียนบทเรียนใหม่ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของครู

2 แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบประเภทนี้สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอ จึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้นสามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผล เพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใดๆ ก็ได้ แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบบอกวิธีการสอบ และยังมีมาตรฐานในการแปลคะแนนด้วย

ทั้งแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐานมีวิธีการในการสร้างข้อคำถามเหมือนกัน เป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมที่สอนไปแล้วจะเป็นพฤติกรรมที่สามารถตั้งคำถามวัดได้ ซึ่งควรจัดให้ครอบคลุมพฤติกรรมต่างๆ ดังนี้

1. วัดด้านความรู้ความจำ
2. วัดความเข้าใจ
3. วัดการนำไปใช้
4. วัดด้านการวิเคราะห์
5. วัดด้านการสังเคราะห์
6. วัดด้านการประเมินค่า

3. ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี

ชวาล แพรัตกุล (2518 : 123 – 136) กล่าวถึง แบบทดสอบที่ดีควรมีลักษณะ 10 ประการ ดังนี้

1. มีความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณสมบัติที่จะทำให้ผู้ใช้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงสูง คือแบบทดสอบที่สามารถทำหน้าที่วัดสิ่งที่เราจะวัดได้อย่างถูกต้องตามความมุ่งหมาย
2. มีความยุติธรรม (Fair) คือ โจทย์คำถามทั้งหลายไม่มีช่องทางแนะให้นักเรียนเดาคำตอบได้ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนเกียจคร้านที่จะดูตำราแต่ตอบได้ดี
3. ถามลึก (Searching) เป็นข้อคำถามที่ให้ผู้ตอบได้คิดค้นหาคำตอบด้วยความสามารถในระดับสติปัญญาที่อยู่ในขั้นสูง
4. มีความช่วยเป็นเยี่ยงอย่าง (Exemplary) เป็นข้อคำถามที่มีลักษณะท้าทายชวนให้คิดต่อใคร่อยากรู้อีกเรื่องนั้นให้กว้างขวางลึกซึ้งยิ่งขึ้น
5. จำเพาะเจาะจง (Definite) เด็กอ่านคำถามแล้วต้องเข้าใจแจ่มชัดว่าคำถามถึงอะไร หรือให้คิดอะไร ไม่ถามคลุมเครือ
6. ความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึงคุณสมบัติ 3 ประการ คือ
 - แจ่มชัดในความหมายของคำถาม
 - แจ่มชัดในวิธีการตรวจหรือมาตรฐานในการให้คะแนน
 - แจ่มชัดในการแปลความหมายของคะแนน
7. มีประสิทธิภาพ (Efficiency) คือสามารถให้คะแนนที่เที่ยงตรงและเชื่อถือได้มากที่สุดภายในเวลา แรงงานและเงินน้อยที่สุด
8. มีความยากง่ายพอเหมาะ (Difficulty)
9. มีอำนาจจำแนก (Discrimination) คือสามารถแยกเด็กออกเป็นประเภทๆ ได้ทุกระดับตั้งแต่อ่อนสุดจนถึงเก่งสุด
10. มีความเชื่อมั่น (Reliability) คือข้อสอบนั้นสามารถให้คะแนนได้คงที่แน่นอน ไม่แปรผัน

ดังนั้นสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการตรวจสอบความรู้ของนักเรียนในสิ่งที่เรียนไปแล้วว่า ได้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ครูตั้งไว้หรือไม่เพื่อจะได้มีการปรับปรุงในด้าน

การเรียนการสอนเพราะถ้านักเรียนยังไม่บรรลุจุดประสงค์ที่ครูตั้งไว้แล้วครูผู้สอนย่อมจะต้องมีการปรับปรุงการสอนของครู เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน จนสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาในข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ได้ จึงจะประสบความสำเร็จในการเรียน

คณิตศาสตร์

1. ความหมายของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2525 ให้ความหมายว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคำนวณ (ราชบัณฑิตยสถาน, 2525 :162)

เวบเตอร์ (Webster, 1980 : 110) อธิบายว่า คณิตศาสตร์ หมายถึงกลุ่มของวิชาต่างๆ ได้แก่ เลขคณิต เรขาคณิต แคลคูลัส และอื่นๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาณ (Quantities) ขนาด (Magnitude) รูปร่าง (Forms) ความสัมพันธ์ (Relation) คุณสมบัติ (Attributes) ฯลฯ โดยการใช้จำนวนตัวเลข (Numbers) และสัญลักษณ์ (Symbols) เป็นเครื่องช่วย

ยูพิน พิพิชกุล (2519 : 1) ได้ให้ความหมายพอสรุปได้ ดังนี้

1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับความคิด เราใช้คณิตศาสตร์พิสูจน์อย่างมีเหตุผลว่า ความคิดทั้งหลายเป็นจริงหรือไม่

2 คณิตศาสตร์เป็นภาษาอย่างหนึ่งที่กำหนดทอมสัญลักษณ์ที่รัดกุม สื่อความหมายได้ถูกต้อง เป็นภาษาที่มีตัวอักษรแสดงความหมายแทนความคิด เป็นเครื่องมือที่จะใช้ฝึกทางสมองที่สามารถช่วยให้เราแสดงการกระทำในการคิดคำนวณการแก้ปัญหาการพิสูจน์ที่อยู่ยากซับซ้อน ซึ่งถ้าเราใช้ภาษาธรรมดาที่ไม่สามารถทำได้

3. คณิตศาสตร์เป็นโครงสร้างที่รวมของความรู้ โครงสร้างของคณิตศาสตร์บางทีคล้ายโครงสร้างของปรัชญา และศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับศาสนา เพราะเป็นโครงสร้างที่มีเหตุผลซึ่งใช้อธิบายข้อคิดต่างๆ ที่สำคัญ เช่น สัจพจน์ คุณสมบัติ กฎ ซึ่งทำให้เกิดความคิดที่จะเป็นรากฐานในการพิสูจน์เรื่องอื่นต่อไป

4. คณิตศาสตร์เป็นการศึกษาเกี่ยวกับแบบแผน หมายความว่า จะต้องคิดอยู่ในแบบแผนความคิดที่ตั้งไว้และสามารถจำแนกได้ในทางคณิตศาสตร์

5. คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่งประกอบด้วยควมมีระเบียบ ความกลมกลืนที่เกิดขึ้นภายใน นักคณิตศาสตร์พยายามแสดงออกถึงค่าสูงสุดของความคิดสัมพันธ์และสำรวจใหม่ๆ ทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งท้าทายให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

จากความหมายของคณิตศาสตร์พอสรุปได้ว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการคิด โดยมีโครงสร้างที่มีเหตุผล มีสัญลักษณ์แสดงความหมายแทนความคิด มีแบบแผนในการคิดอย่างมีระเบียบและกลมกลืน

2. ลักษณะของคณิตศาสตร์

ในระดับพื้นฐาน คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการปลูกฝังอบรมให้ผู้เรียนมีคุณสมบัตินิสัย ทักษะคิด และความสามารถบางประการด้วย เช่น ช่างสังเกต มีเหตุผล มีระเบียบ ละเอียดถี่ถ้วน มีความคิดริเริ่ม มีความคิดสร้างสรรค์ และวิเคราะห์ปัญหาได้ เป็นต้น ฉะนั้น คณิตศาสตร์มีส่วนสำคัญมากที่จะช่วยให้เด็กดำรงชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพในสังคมปัจจุบัน และยิ่งสำคัญคือ เป็นมรดกสืบทอดต่อมาถึงเยาวชนรุ่นหลัง ซึ่ง บุญทัน อยู่ชมบุญ (2529 : 2) ได้สรุปลักษณะของคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการคิด เป็นเครื่องพิสูจน์ว่าสิ่งที่คิดขึ้นนั้นเป็นจริงหรือไม่อย่างมีเหตุผล ด้วยเหตุนี้เราจึงนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและอุตสาหกรรม และยังช่วยให้คนมีเหตุผล ใฝ่รู้ ตลอดจนพยายามคิดค้นสิ่งแปลกใหม่ ดังนั้น คณิตศาสตร์จึงเป็นรากฐานของความเจริญด้านต่างๆ
2. คณิตศาสตร์เป็นภาษาอย่างหนึ่ง คณิตศาสตร์เป็นภาษาที่กำหนดขึ้นด้วยสัญลักษณ์ที่รัดกุมและสื่อความหมายได้ถูกต้อง ใช้ตัวอักษร ตัวเลขและสัญลักษณ์แทนความคิด ซึ่งสื่อความหมายให้เข้าใจได้ตรงกัน
3. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้าง คณิตศาสตร์จะเริ่มต้นด้วยเรื่องง่ายๆ ซึ่งเป็นพื้นฐานนำไปสู่เรื่องอื่นๆ มีความสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง
4. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีแบบแผน การคิดทางด้านคณิตศาสตร์นั้นต้องคิดอย่างมีแบบแผน มีรูปแบบ ไม่ว่าจะเกิดเรื่องใดก็ตามทุกขั้นตอนจะตอบได้และจำแนกออกมาให้เห็นจริงได้
5. คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง ความงามของคณิตศาสตร์คือ ความมีระเบียบและความกลมกลืน นักคณิตศาสตร์ได้พยายามแสดงความคิดสร้างสรรค์จินตนาการความคิดริเริ่มในการแสดงสิ่งใหม่ โครงสร้างใหม่ๆ ทางคณิตศาสตร์ออกมา

3. ความสำคัญของคณิตศาสตร์

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาควรถ้าให้นักเรียนเห็นประโยชน์และคุณค่าของคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจรักที่จะเรียนคณิตศาสตร์ และยอมรับว่าความรู้ที่ได้รับจากการเรียนคณิตศาสตร์มีประโยชน์คุ้มค่ากับการอดทนในการเรียนรู้ ซึ่งพอจะสรุปให้เห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

1. คณิตศาสตร์มีประโยชน์ในชีวิตประจำวัน กิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น การซื้อขาย การดูเวลา การนับจำนวนต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์
2. คณิตศาสตร์ช่วยให้เข้าใจโลก ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์เข้าใจโลกและรู้จักปรากฏการณ์ต่างๆ เช่น ทิศทางลม ฤดูกาล แรงดึงดูดของโลก โดยการอธิบายและคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์
3. คณิตศาสตร์ช่วยสร้างเจตคติที่ถูกต้องทางการศึกษาคณิตศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล รู้จักแก้ไขให้ถูกต้องเมื่อพบสิ่งที่ผิด และรู้จักนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์
4. คณิตศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนวิทยาศาสตร์ เนื่องจาก การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต้องมีความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง เพราะต้องอาศัยความสามารถในการสังเกตอย่างถี่ถ้วน การวัดที่ระมัดระวังและการคิดคำนวณที่ถูกต้อง
5. คณิตศาสตร์เป็นมรดกทางวัฒนธรรมอย่างหนึ่งที่คนรุ่นก่อนได้คิดสร้างสรรค์ไว้ และมุ่งถ่ายทอดมาให้คนรุ่นหลัง การศึกษาคณิตศาสตร์จึงเป็นการศึกษาวัฒนธรรม อารยธรรม และความก้าวหน้าของมนุษย์ (วรณี โสมประยูร, 2525 : 228 - 230)

สุวรรณ มุ่งเกษม (2513 : 1-2) ได้สรุปความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ไว้ 3 ประการ คือ

1. ความสำคัญในแง่นำไปใช้ได้ทั้งชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ ในชีวิตประจำวันของคนเราต้องเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์อยู่เสมอ เช่น การดูเวลา การกระชาระยะทาง การซื้อขาย การกำหนดรายรับรายจ่ายในครอบครัว และการเล่นกีฬา เป็นต้น
2. ความสำคัญของคณิตศาสตร์ในแง่ที่เป็นเครื่องปลูกฝังและอบรมให้ผู้เรียนมีคุณสมบัติ นิสสัย ทักษะ และความสามารถทางสมองบางประการ เช่น ความเป็นคนช่างสังเกต การรู้จักคิดอย่างมีเหตุผลและแสดงความคิดเห็นออกมาอย่างเป็นระเบียบ ง่ายขึ้นและชัดเจน ตลอดจนความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา
3. ความสำคัญของคณิตศาสตร์ในแง่วัฒนธรรม คณิตศาสตร์เป็นมรดกทางวัฒนธรรมส่วนหนึ่งที่คนรุ่นก่อนได้คิดค้นสร้างสรรค์ไว้ และถ่ายทอดมาให้คนรุ่นหลังทั้งยังมีเรื่องให้ศึกษาค้นคว้าอีกมาก โดยไม่ต้องคำนึงถึงผลที่จะเอาไปใช้ต่อไป

จะเห็นได้ว่าวิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของคนเราเป็นอย่างมาก เพราะวิชาคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาคุณภาพของมนุษย์ ฉะนั้น ในหลักสูตรประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ได้กำหนดให้เรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นการวางรากฐานที่สำคัญให้แก่ประชาชนและเพื่อพัฒนาประชาชนให้มีคุณภาพ สามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพในสังคมและเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศต่อไป

4. จุดประสงค์ทั่วไปของคณิตศาสตร์

หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ได้กำหนดจุดประสงค์ทั่วไปของการสอนคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิดคำนวณ สามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และในการดำรงชีวิตให้มีคุณภาพ จึงควรปลูกฝังให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานและมีทักษะในการคิดคำนวณ
2. รู้จักคิดอย่างมีเหตุผลและแสดงความคิดออกมาอย่างมีระเบียบ ชัดเจนและรัดกุม
3. รู้คุณค่าของคณิตศาสตร์และเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์
4. สามารถนำประสบการณ์ทางด้านความรู้ ความคิดและทักษะที่ได้จากการเรียน

คณิตศาสตร์ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และใช้ในชีวิตประจำวัน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2535 :18)

5. โครงสร้างของคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กำหนดโครงสร้างของคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาประกอบด้วยพื้นฐานด้านต่างๆ 5 พื้นฐานด้วยกัน คือ

1. พื้นฐานทางจำนวน เป็นพื้นฐานที่มีขอบข่ายเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยม เป็นต้น
2. พื้นฐานทางพีชคณิต เป็นพื้นฐานที่มีขอบข่ายเนื้อหาวิชาเกี่ยวกับการหาจำนวน เช่น สมการ
3. พื้นฐานทางการวัด เป็นพื้นฐานที่มีขอบข่ายเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเรื่องการวัด

ความยาว การชี้ การตวง การหาพื้นที่ การหาปริมาตร ทิศ แขนง เวลา วัน เดือน ปี และเงิน เป็นต้น

4. พื้นฐานทางเรขาคณิต เป็นพื้นฐานที่มีขอบข่ายเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเรื่อง รูปเรขาคณิตและรูปทรงเรขาคณิต

5. พื้นฐานทางสถิติ เป็นพื้นฐานที่มีขอบข่ายเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องการนำเสนอข้อมูลใน รูปแผนภูมิและกราฟ

ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะใช้แบบเรียนและคู่มือการสอนคณิตศาสตร์ของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประกอบ เพื่อให้เป็นไปตามแนวหลักสูตร และบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่หลักสูตรกำหนดไว้ ต้องมีการจัด โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ระดับ ประถมศึกษาดังภาพประกอบ 1

ภาพประกอบ 1 โครงสร้างหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา พุทธศักราช 2521
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533)



ที่มา : กระทรวงศึกษาธิการ, 2534 : 18

การจัดโครงสร้างเนื้อหาคณิตศาสตร์ในแต่ละพื้นฐาน จะจัดให้สัมพันธ์กัน เนื้อหาที่กำหนดไว้ในแต่ละพื้นฐานเป็นเรื่องที่จะต้องใช้หรือเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น เงิน เวลา การชั่ง การตวง การวัดความยาว พื้นที่ แผนภูมิ การบวก ลบ คูณและหาร ฯลฯ การจัดเนื้อหาในแต่ละระดับชั้น ได้จัดให้สอดคล้องมีความเหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียนมาแล้วในชั้นก่อน ดังนั้นการเรียนการสอนแต่ละเรื่องไม่ได้เรียนเพียงครั้งเดียวแล้วยุติ แต่จะซ้ำและ

ทบทวนแล้วจึงเพิ่มรายละเอียดของเนื้อหาอื่นๆ ให้เหมาะสมกับวัยและชั้นเรียนที่สูงขึ้น
(กระทรวงศึกษาธิการ, 2534 : 18)

6. เนื้อหาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา

สำหรับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษานั้น หลักสูตรประถมศึกษา
พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ได้จัดให้ยึดหยุ่นตามพัฒนาการของเด็กโดยแบ่ง
เป็น 3 ช่วง ช่วงละ 2 ชั้น คือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-4 และ
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 ซึ่งมีเนื้อหาที่จะเรียนในแต่ละช่วงดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2534 :
24-25)

ตาราง 2 เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา แยกตามระดับชั้นเรียน

ระดับชั้น	เนื้อหา
ป.1-2	<ol style="list-style-type: none"> 1. การเตรียมความพร้อม 2. จำนวนนับ 1-1,000 และ 0 3. การบวกที่มีการทดไม่เกินหนึ่งหลัก 4. การลบที่มีการกระจายไม่เกินหนึ่งหลัก 5. การคูณระหว่างจำนวนที่มีหนึ่งหลักกับจำนวนที่มีสองหลัก 6. การหารซึ่งตัวหารและผลหารเป็นจำนวนที่มีหลักเดียว 7. ความหมาย การเขียน และการอ่าน เศษส่วน $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ และ $\frac{1}{4}$ 8. การวัดความยาว การชั่ง การตวง 9. เวลา การบันทึกเวลาของเหตุการณ์หรือกิจกรรมอย่างง่าย 10. เรขาคณิต
ป. 3 – 4	<ol style="list-style-type: none"> 1. การนับจำนวนที่เกิน 1,000 การอ่านและการเขียนตัวเลข 2. การบวก การลบ การคูณ ระหว่างจำนวนที่มีหลักเดียวกับจำนวนที่ไม่เกินสี่ หลัก และระหว่างจำนวนที่ไม่เกินสามหลัก

ระดับชั้น	เนื้อหา
ป. 3 – 4	3. การหารที่มีตัวหารเป็นจำนวนที่มีหลักเดียว ตัวตั้งเป็นจำนวนที่ไม่เกินสี่หลัก และการหารที่มีตัวหารเป็นจำนวนไม่เกินสามหลัก โดยที่ผลหารเป็นจำนวนที่ไม่เกินสามหลัก 4. การบวก การลบ และการคูณเศษส่วน 5. ทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง 6. การวัดความยาว การชั่ง การตวง และการเปรียบเทียบหน่วย 7. เวลา 8. เงิน 9. เรขาคณิต 10. แผนภูมิ 11. การเฉลี่ยร้อยละ
ป. 5 – 6	1. จำนวนนับและการประมาณจำนวน 2. การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนที่มีหลายหลัก 3. การบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วน 4. การบวก ลบ คูณ หาร ทศนิยม 5. เส้นตรงและมุม 6. รูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม 7. รูปวงกลม 8. รูปทรงเรขาคณิต 9. ทิศและแผนผัง 10. แผนภูมิและกราฟ 11. สมการ 12. ร้อยละ กำไร ขาดทุน ดอกเบี้ย การบันทึกรายรับรายจ่าย

7. เนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนระดับประถมศึกษา

สำหรับเนื้อหาเรื่องเศษส่วนในกลุ่มทักษะคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) นั้นได้แบ่งเนื้อหาแยกตามระดับชั้นดังนี้

ตาราง 3 เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน แยกตามระดับชั้น

ชั้น ป.1-2	ชั้น ป.3-4	ชั้น ป.5-6
เศษส่วน $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ และ $\frac{1}{4}$ เฉพาะความหมาย การเขียน และการอ่าน	-เศษส่วนที่มีตัวส่วนน้อยกว่า ตัวเศษ -เศษส่วนที่แทนจำนวนนับ -การบวกและการลบเศษส่วน ที่มีตัวส่วนเท่ากัน -การคูณระหว่างเศษส่วนกับ จำนวนนับ	การบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วน

ที่มา : (กระทรวงศึกษาธิการ, 2535 : 19-21)

การสอนคณิตศาสตร์

1. ความหมายของการสอน

การสอนเป็นกระบวนการที่ครูจัดขึ้นเพื่อให้ความรู้แก่นักเรียนเป็นกระบวนการที่สำคัญมากในกระบวนการเรียนการสอน การสอนที่ดีและเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาจะทำให้การเรียนการสอนบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

บันลือ พุกษะวัน (2519 อ้างถึงใน อุทัยรัตน์ เสวตจินดา, 2540 : 20) ได้ให้ความหมายของการสอนไว้ว่า การสอน คือ พฤติกรรมที่ครูและนักเรียนแสดงออกร่วมกัน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้แล้วนำผลการเรียนรู้นั้นไปพัฒนาตนเองให้เกิดความเจริญงอกงาม

การสอนคือ พฤติกรรมที่ครูและนักเรียนได้แสดงออกร่วมกันเพื่อให้เกิดการเรียนรู้
ธีระ รุญเจริญ (2529 : 145)

สรุปได้ว่า การสอนหมายถึง พฤติกรรมที่ครูและนักเรียนแสดงออกร่วมกัน โดยการ จัดกิจกรรมและประสบการณ์ในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาผู้เรียนทางด้าน ร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา

2. ความมุ่งหมายของการสอนคณิตศาสตร์

คาเปอร์ (Kapur, 1968 : 31-37 อ้างถึงใน หทัยรัตน์ ธรรมานิตย์, 2530 : 21) ได้กล่าวถึง ความมุ่งหมายการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน ควรให้ผู้เรียนบรรลุความมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนพัฒนาความสามารถทางความคิด
2. เพื่อให้นักเรียนคิดได้อย่างมีเหตุผล
3. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรตันวงศ์ (2525 : 19) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายในการ สอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา ดังนี้

1. ให้เด็กนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
2. ให้เด็กนำไปใช้ในทางวิทยาศาสตร์
3. ให้เด็กมีทักษะในการคิดคำนวณ
4. ให้เด็กได้เข้าใจพื้นฐานของคณิตศาสตร์
5. ให้เด็กใช้ความคิดริเริ่ม รู้เหตุรู้ผลและรู้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์
6. ให้เด็กได้แก้ปัญหาต่างๆ ที่เป็นปัญหาจริงจากชีวิตประจำวัน
7. ให้เด็กสามารถแปลงโจทย์ปัญหาเป็นประโยคคณิตศาสตร์ได้
8. ให้เด็กเลือกใช้ชีวิตที่ดีที่สุดและสามารถนำไปใช้ได้ถูกต้อง

มิเชลลิส และคนอื่นๆ (Michaclis and Other, 1967 : 192, อ้างถึงใน สุรัชชัย ขวัญเมือง, 2522 : 8) กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาควรมีความมุ่งหมาย ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด (Concept) เกี่ยวกับจำนวน ความสัมพันธ์ การกระทำ และเพื่อให้นักเรียนสามารถที่จะสรุปกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้เด็กมีทักษะ ในการคิดคำนวณ
2. เพื่อให้เด็กมีความซาบซึ้งในวิธีการที่มนุษย์เกี่ยวข้องกับระบบและเครื่องมือ ของการวัด เพื่อสนองความต้องการของเขาและเพื่อให้เด็กเข้าใจความหมาย และกระบวนการ ของการวัด
3. เพื่อให้เด็กซาบซึ้งในวิชาคณิตศาสตร์ในฐานะที่เป็นมรดกทางวัฒนธรรมและ

เพื่อให้ นักเรียน มีความเข้าใจคณิตศาสตร์ในแง่ที่เป็นภาษา ที่แสดงและบันทึกเกี่ยวกับปริมาณได้

4. เพื่อให้ นักเรียน ซาบซึ้งและสนุกสนานในคณิตศาสตร์ และมีความเข้าใจทฤษฎีและนำไปปฏิบัติได้

จากความมุ่งหมายในการสอนคณิตศาสตร์ในทัศนะของนักการศึกษาที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่าการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาเป็นเครื่องมือช่วยให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ คัดแปลงในการดำรงชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา จึงเป็นการสอนให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ มีทักษะในการคิดคำนวณ สามารถแก้ปัญหาได้ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตลอดจนการสร้างแรงจูงใจและสร้างนิสัยในการเรียนโดยอิสระ

3. หลักการสอนคณิตศาสตร์

องค์ประกอบที่สำคัญอย่างยิ่งของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้นได้แก่ ตัวครูและวิธีสอนของครู ซึ่งครูควรใช้วิธีสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเรียน โดยการค้นพบด้วยตนเอง ตลอดจนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ พัฒนาการการเรียนการสอนนั้นควรให้สอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการของ เพียเจท์ (Piaget) ซึ่งแบ่งเด็กอายุ 6-12 ปี อยู่ในขั้นการเรียนรู้โดยใช้รูปธรรม จึงจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์และกิจกรรมที่ได้จากวัสดุที่มีในท้องถิ่นให้เหมาะสมกับการสอนในระดับประถมศึกษา (ชูชาติ เจริญลาด, 2521 : 78) กระทรวงศึกษาธิการ (2525 :95) ได้กำหนดหลักการสอนคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 ไว้ดังนี้

การสอนคณิตศาสตร์เน้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติ ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง บันทึกข้อมูล อธิบายลำดับเหตุการณ์ นำไปสู่ข้อสรุปด้วยตนเองเป็นสำคัญ แต่เดิมครูมักใช้วิธีสรุปกฎเกณฑ์ของคณิตศาสตร์แต่ละเรื่อง แต่ละบท แล้วให้นักเรียนท่องจำเพื่อนำเอาข้อสรุปนั้นๆ ไปใช้ประกอบในการแก้ปัญหาโจทย์ข้ออื่นๆ โดยให้นักเรียนมีโอกาสร่วมในการศึกษาค้นคว้า เพื่อหาข้อสรุปกฎเกณฑ์นั้นน้อยมาก ทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นแต่เรื่องคิดคำนวณเพียงอย่างเดียว ขาดการปลูกฝังนิสัยและวิธีการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ใหม่ๆ อย่างมีระเบียบวิธีอันเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง บุญทัน อยู่ชมบุญ (2529 : 24-25) ได้กล่าวถึงหลักการสอนคณิตศาสตร์ดังนี้

1. การสอนโดยคำนึงถึงความพร้อมของนักเรียน คือ ความพร้อมในด้านร่างกาย

อารมณ์ สังคม และความพร้อมในแง่ความรู้พื้นฐาน ที่จะมาต่อเนื่องกับความรู้ใหม่ โดยครูต้องมีการทบทวนความรู้เดิมก่อน เพื่อให้ประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ต่อเนื่องกัน จะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนได้ดี

2. การจัดกิจกรรมการสอนต้องให้เหมาะสมกับวัย ความต้องการ ความสนใจ และความสามารถของนักเรียน เพื่อมิให้เกิดปัญหาตามมาภายหลัง

3. ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ครูจำเป็นต้องคำนึงให้มากกว่าวิชาอื่นๆ ในแง่ความสามารถทางสติปัญญา

4. การเตรียมความพร้อมทางคณิตศาสตร์ให้แก่นักเรียนเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มก่อน เพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ จะช่วยให้นักเรียนมีความพร้อมตามวัยและความสามารถของแต่ละคน

5. วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีระบบที่จะต้องเรียนไปตามลำดับชั้นการสอน เพื่อสร้างความคิด ความเข้าใจ ในระยะเริ่มแรกจะต้องเป็นประสบการณ์ที่ง่ายๆ ไม่ซับซ้อน สิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องและทำให้เกิดความสับสนจะต้องไม่นำเข้ามาในกระบวนการการเรียนการสอน การสอนจะเป็นไปตามลำดับชั้นตอนที่วางไว้

6. การสอนแต่ละครั้งจะต้องมีจุดประสงค์ที่แน่นอนว่า จัดกิจกรรมเพื่อสนองจุดประสงค์อะไร

7. เวลาที่ใช้ในการสอน ควรจะใช้ระยะเวลาพอสมควร ไม่นานจนเกินไป

8. ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีการยืดหยุ่นได้ ให้นักเรียนได้มีโอกาสเลือกกิจกรรมได้ตามความพอใจ ตามความถนัดของตน และให้อิสระในการทำงานแก่นักเรียน สิ่งสำคัญประการหนึ่งคือ การปลูกฝังเจตคติที่ดีให้แก่นักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์ ถ้าเกิดมีขึ้นจะช่วยให้นักเรียนพอใจในการเรียนวิชานี้ เห็นคุณค่าและประโยชน์ย่อมจะสนใจมากขึ้น

9. การสอนที่ดีควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการวางแผนร่วมกับครู หรือมีส่วนร่วมในการค้นคว้า สรุปกฎเกณฑ์ต่างๆ ด้วยตนเองร่วมกับคนอื่น

10. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ควรสนุกสนานบันเทิงไปพร้อมกับการเรียนรู้ด้วย จึงจะสร้างบรรยากาศที่น่าติดตามต่อไปแก่นักเรียน

11. นักเรียนระดับประถมศึกษาอยู่ในระหว่าง 6-12 ปี จะเรียนได้ดีเมื่อเริ่มเรียนโดยครูใช้ของจริง อุปกรณ์ ซึ่งเป็นรูปธรรมนำไปสู่นามธรรมตามลำดับ จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ มิใช่จำ ดังเช่นการสอนในอดีตที่ผ่านมา ทำให้เห็นว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ง่ายต่อการเรียนรู้

12. การประเมินผลการเรียนการสอนเป็นกระบวนการต่อเนื่อง และเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน ครูอาจใช้วิธีการสังเกต การตรวจแบบฝึกหัด การสอบถามเป็นเครื่องมือในการวัดผล จะช่วยให้ครูทราบข้อมูลของนักเรียนและการสอนของตน

13. ไม่ควรจำกัดวิธีคำนวณคำตอบของนักเรียน แต่ควรแนะนำวิธีที่คิดรวดเร็วและแม่นยำภายหลัง

14. ฝึกให้นักเรียนรู้จักตรวจคำตอบด้วยตนเอง

สุรศักดิ์ หลาบมาลา (2532 : 93) กล่าวเพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักการสอนคณิตศาสตร์ว่า การสอนคณิตศาสตร์ที่ดีต้องสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เก่ากับความรู้ใหม่ของเด็ก อย่างมีความหมายต่อเด็ก คนโดยทั่วไปจะพยายามเข้าใจความรู้ใหม่ในความหมายของความรู้เท่าที่ตนมีอยู่แล้วและเป็นไปอย่างนี้ตลอดเวลาความรู้เก่าจะมีอิทธิพลต่อการคิดและการเรียนของเด็กมาก

จากแนวคิดเกี่ยวกับหลักการสอนคณิตศาสตร์ข้างต้น จะเห็นว่าการสอนคณิตศาสตร์ควรส่งเสริมให้เด็กคิด ค้นคว้าหาหลักการทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง จัดการสอนให้เป็นไปตามลำดับขั้นของการเรียนรู้ และต้องสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เก่าให้มีความหมายต่อเด็ก

4. ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์

การเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ ย่อมขึ้นอยู่กับกระบวนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้สอนต้องหาวิธีการสอนที่จะทำให้ให้นักเรียนเกิดความคิด ความเข้าใจ เกิดทักษะสามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ ทั้งยังมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ โดยอาศัยทฤษฎีและหลักการสอนคณิตศาสตร์ ตลอดจนจิตวิทยาการเรียนรู้มาผสมผสาน ประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องและเหมาะสมกับจุดประสงค์ของเนื้อหา ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์มีหลายทฤษฎีด้วยกัน โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรตันวงษ์ (2525 : 22-23) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์ไว้ 3 ทฤษฎี คือ

1. ทฤษฎีแห่งการฝึกฝน (Drill Theory) เน้นการฝึกหัดซ้ำๆ จนเกิดความเคยชิน ซึ่งยังมีข้อบกพร่องอีกคือ

1.1 เป็นทฤษฎีที่ต้องให้นักเรียนท่องจำ ซึ่งเป็นเรื่องยากสำหรับนักเรียน

1.2 นักเรียนไม่อาจจะจดจำข้อเท็จจริงต่างๆ ที่เรียนมาแล้วได้ทั้งหมด

1.3 นักเรียนขาดความเข้าใจในสิ่งที่เรียน เป็นเหตุให้เกิดความลำบากสับสน

ในสิ่งที่เรียน สิ่งทีคำนวณ แก้ปัญหาและอาจลืมสิ่งที่เรียนได้ง่าย

2. ทฤษฎีการเรียนรู้โดยบังเอิญ (Incidental-Learning Theory) ทฤษฎีนี้มีความเชื่อมั่นว่านักเรียนจะเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี เมื่อนักเรียนเกิดความต้องการหรืออยากรู้ อยากเห็นเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดขึ้น ซึ่งในทางปฏิบัติจริงแล้วเหตุการณ์จะเกิดขึ้นได้ไม่มากนัก ฉะนั้น ทฤษฎีนี้จึงใช้ได้เพียงชั่วคราวชั่วคราวเท่านั้น

3. ทฤษฎีแห่งความหมาย (Meaning Theory) การคิดคำนวณกับการเป็นอยู่ในสังคมของนักเรียนเป็นหัวใจในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และเชื่อว่านักเรียนจะเรียนรู้และเข้าใจในสิ่งที่เรียนได้ดี เมื่อได้เรียนในสิ่งที่มีความหมายต่อตนเอง และเป็นเรื่องที่พบเห็นในชีวิตประจำวันของนักเรียน ซึ่งจากการวิจัยพบว่าการสอนนักเรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-2 ตามทฤษฎีแห่งความหมายเป็นทฤษฎีที่เรียนคณิตศาสตร์ได้ดีที่สุด

สำหรับการสอนตามทฤษฎีแห่งความหมายนี้ บรูคเนอร์ (Bruckener, อ้างถึงใน โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรตันวงษ์, 2525 : 33) ผู้เชี่ยวชาญในการสอนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษา ได้เสนอแนะดังนี้

1. การสอนเรื่องใหม่ในแต่ละครั้ง ควรใช้ของจริงประกอบการสอน เพื่อให้นักเรียนมองเห็นชั้นต่างๆ อย่างแจ่มแจ้ง
2. ให้โอกาสนักเรียนได้แสดง แลกเปลี่ยนวิธีการคิดคำนวณของนักเรียนเอง และควรให้นักเรียนได้ชี้ให้เห็นถึงความยาก ตลอดจนข้อแตกต่างระหว่างเรื่องที่เรียนใหม่กับเรื่องที่เรียนมาแล้ว
3. ให้นักเรียนใช้ความพยายามของตนในการค้นหาคำตอบ โดยใช้ความรู้ที่มีอยู่เป็นเครื่องมือในการคิด
4. ควรใช้วัสดุทัศนูปกรณ์ในการช่วยสอนชั้นต่างๆ ให้มาก
5. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนใหม่ พร้อมทั้งอธิบายวิธีการคิดคำนวณที่นักเรียนทำด้วย ทั้งนี้อาจจะออกไปแสดงวิธีทำบนกระดานให้เพื่อนร่วมชั้นดูก็ได้ นอกจากนั้นควรแสดงถึงวิธีการตรวจคำตอบด้วย
6. การฝึกฝนให้เกิดทักษะเป็นสิ่งที่จะต้องทำ แต่ควรฝึกหลังจากที่นักเรียนเข้าใจถึงวิธีการนั้นๆ เป็นอย่างดี
7. ควรสอนซ้ำในเรื่องที่นักเรียนไม่เข้าใจจนกว่านักเรียนจะเข้าใจและทำได้ถูกต้อง
8. ควรให้นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้เรียนไปใช้ในชีวิตประจำวัน
9. ให้แบบฝึกหัดนักเรียนทำอยู่เสมอ เพื่อเป็นการฝึกทักษะในเรื่องที่เรียนมาแล้ว

5. จิตวิทยาที่ใช้ในการสอนคณิตศาสตร์

เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกัน ครูผู้สอนต้องพยายามหาวิธีการต่างๆ เพื่อให้ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ สนใจต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นจิตวิทยาจึงมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนจะต้องมีความรู้และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่นักเรียนซึ่งเรื่องนี้ สุรชัย ขวัญเมือง (2522 : 32) ได้กล่าวถึงการนำหลักจิตวิทยาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ให้นักเรียนมีความพร้อมก่อนที่จะสอน
2. สอนจากสิ่งที่นักเรียนมีประสบการณ์ หรือได้พบอยู่เสมอ
3. สอนให้นักเรียนเข้าใจและมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยกับส่วนย่อยและส่วนย่อยกับส่วนใหญ่
4. สอนจากง่ายไปหายาก
5. ให้นักเรียนเข้าใจในหลักการ และรู้วิธีที่จะใช้ในหลักการ
6. ให้นักเรียนฝึกหัดทำซ้ำๆ จนกว่าจะคล่องและมีการทบทวนอยู่เสมอ
7. ต้องให้เรียนรู้จากรูปธรรมไปสู่นามธรรม
8. ควรให้กำลังใจแก่นักเรียน
9. ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

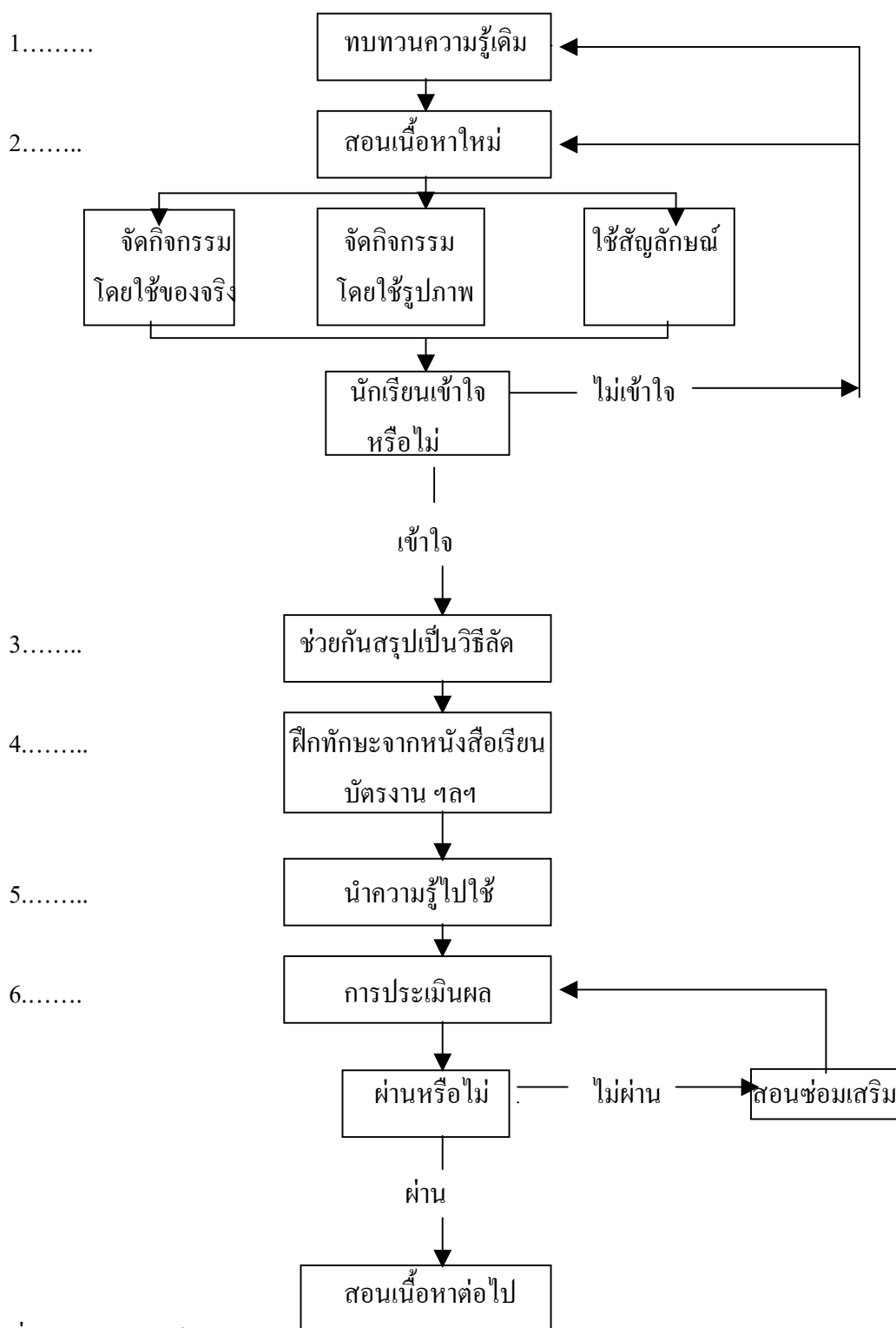
6. การสอนคณิตศาสตร์โดยวิธีของ สสวท.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ให้แนวการสอนทั้งด้านเนื้อหาและวิธีสอนคณิตศาสตร์ จากการวิเคราะห์กิจกรรมซึ่งอยู่ในคู่มือครูคณิตศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์ของหลักสูตร การจัดการเรียนการสอนในแต่ละเนื้อหา แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน คือ

1. ทบทวนความรู้เดิม
2. สอนความรู้ใหม่
3. สรุปนำไปสู่วิธีลัด
4. ฝึกทักษะ
5. นำความรู้ไปใช้
6. การประเมินผล

(กระทรวงศึกษาธิการ, 2534 : 20) ดังมีแผนผังการสอนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

ภาพประกอบ 2 แผนภาพลำดับขั้นการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา



ที่มา : กระทรวงศึกษาธิการ, 2534 : 6

จากแผนภูมิจะเห็นว่า การสอนคณิตศาสตร์จัดเป็นลำดับขั้นดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่นำความรู้เดิมที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว มาเชื่อมโยงให้สัมพันธ์กับความรู้ที่จะเรียนใหม่
2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ โดยพิจารณาจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับเนื้อหาและวัยของผู้เรียน กิจกรรมอาจจัดโดยใช้ของจริงหรือใช้รูปภาพ ก่อนจะเชื่อมโยงกับการใช้สัญลักษณ์ในทางคณิตศาสตร์
3. ขั้นสรุปนำไปสู่วิถีชีวิต เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปหาวิธีคิดที่เร็วกว่าในการคิดแบบปกติในรูปของ ทฤษฎี กฎ สูตร เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้ในครั้งต่อไป
4. ขั้นฝึกทักษะ เมื่อผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่สอนใหม่แล้ว ควรจัดให้ฝึกทักษะโดยใช้โจทย์แบบฝึกหัดในหนังสือเรียน บัตรงานหรือโจทย์ที่ครูสร้างขึ้นเอง โจทย์ที่นำมาฝึกทักษะควรเป็นทั้งโจทย์ที่เน้นเฉพาะทักษะการคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหาควรเป็นโจทย์ที่มีความยากง่ายพอเหมาะ สำหรับโจทย์ที่ยากควรให้เป็นปัญหาชวนคิดที่ผู้เรียนทำหรือไม่ก็ได้
5. ขั้นนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และใช้ในวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง โดยให้นักเรียนทำโจทย์ปัญหาหรือทำกิจกรรมที่นักเรียนมักประสบในชีวิตประจำวัน
6. ขั้นประเมินผล เพื่อตรวจสอบผลการเรียนรู้ดูว่านักเรียนได้บรรลุตามวัตถุประสงค์หรือไม่ ถ้าไม่ผ่านต้องสอนซ่อมเสริม ถ้าผ่านก็สอนเนื้อหาใหม่ต่อไปได้

จากขั้นตอนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันจะเห็นได้ว่าเป็นการสอนที่เน้นกระบวนการ ให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า เรียนรู้จากรูปธรรมไปสู่นามธรรมได้ปฏิบัติจริง และสามารถหาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง เป็นการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ สามารถนำความรู้ไปใช้ได้ในชีวิตประจำวัน

การสอนแบบปฏิบัติการ

1. ความหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ

วิธีสอนแบบปฏิบัติการเป็นวิธีสอนที่พัฒนามาจากความคิดและผลงานของ นักการศึกษาในอดีต เช่น เปสตาลอสซี (Pestalozzi) ดีนส์ (Dienes) ดิวอี้ (Dewey) ซึ่งมีความเชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้จากการปฏิบัติจริง ต่อมามีการใช้การสอนแบบปฏิบัติการในประเทศอังกฤษ โดยให้นักเรียนเรียนรู้ความคิดรวบยอดที่สำคัญ ๆ จากการปฏิบัติจริงในประเทศสหรัฐอเมริกา และแคนาดา คิดด์ (Kidd) ฟิทเซอร์รัล (Fitzgerald) และคลากสัน (Clarkson) เป็นผู้เผยแพร่วิธีสอนแบบนี้ โดยมีความเชื่อมั่นว่าวิธีสอนแบบปฏิบัติการ เป็นวิธีสอนที่ดีที่ฝึกให้

นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา (ลาวัลย์ พลกล้า, 2523 : 1-2)

วิธีสอนแบบปฏิบัติการที่ใช้กับคณิตศาสตร์โดยตรงนั้น ได้มีผู้อธิบายความหมายไว้หลายท่าน เช่น มาร์ค (Marks, 1970 : 23) ได้ให้ความเห็นว่า การจัดประสบการณ์เรียนแบบปฏิบัติการ มีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียน ได้ค้นพบแนวคิดทางคณิตศาสตร์จากการปฏิบัติการทดลอง เช่น การวัด การชั่งน้ำหนัก การพับกระดาษ กิจกรรมที่ต้องทำด้วยมือแบบต่างๆ การสังเกต และการทดลองแบบวิทยาศาสตร์ แล้วจึงจะให้นักเรียนสรุปข้อเท็จจริงและกฎเกณฑ์ต่างๆ หลังจากนั้น ในปี 1974 โคเปลแลนด์ (Copeland, 1979 : 325-328) กล่าวว่า วิธีสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ เป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้กระทำกิจกรรมกับวัตถุที่พบเห็น ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ไม่เป็นนามธรรมไปจากโลกแห่งความเป็นจริง ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาโมติทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดีจากการได้เรียนโดยปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ สำหรับ คูเนย์ (Cooney, 1975 : 351-352) กล่าวว่าวิธีสอนแบบปฏิบัติการเป็นวิธีสอนที่จัดให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ หรือเป็นรายบุคคล โดยมีใบคำสั่ง ขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมเป็นคู่มือให้นักเรียนปฏิบัติตาม หลังจากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้สรุปความรู้และกฎเกณฑ์ต่างๆ ด้วยตนเอง สื่อที่ใช้ในการสอนแบบปฏิบัติการ ได้แก่ บทเรียนกิจกรรม (Activity Card) และบทเรียนปฏิบัติการ (Laboratory Worksheet)

บราวน์ (Brown, 1982 : 93) กล่าวว่า การสอนแบบปฏิบัติการ หมายถึง การสอนโดยผ่านประสบการณ์ตรง จากการใช้วัสดุในการสืบสวน หรือการทดลอง มีทั้งการปฏิบัติหรือการสังเกต สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสอนได้ทั้งการสอนเป็นกลุ่มย่อยและรายบุคคล

สำหรับนักการศึกษาทางด้านคณิตศาสตร์ของไทยนั้น ได้มีผู้ให้ความหมายของการสอนแบบปฏิบัติการไว้ดังนี้

ยุพิน พิพิธกุล (2523 : 80-81) กล่าวว่า วิธีสอนแบบปฏิบัติการ ยึดหลักให้นักเรียนเรียนโดยการกระทำหรือการสังเกต เป็นการนำรูปธรรมมาอธิบายนามธรรม และเป็นวิธีสอนที่นักเรียนสามารถค้นพบข้อสรุปด้วยตนเองได้ นอกจากนี้ ยังได้ให้ความหมายของวิธีสอนแบบปฏิบัติการในรูปแบบการปฏิบัติการทดลอง โดยกล่าวว่าเป็นวิธีสอนที่ให้นักเรียนได้กระทำด้วยตนเอง เพื่อหาข้อสรุปจากการทดลองนั้น ซึ่งสอดคล้องกับ ลาวัลย์ พลกล้า (2523 : 2) ที่ให้ความหมายไว้ในหนังสือ “การสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ” ว่าการสอนโดยวิธีปฏิบัติการเป็นวิธีสอนที่ให้นักเรียนได้เรียนจากการปฏิบัติจริง เป็นการเรียนจากประสบการณ์ตรงนักเรียนได้ทดลองทำ ปฏิบัติ เสาะหาข้อมูล จัดระเบียบข้อมูล พิจารณาหาข้อสรุป ค้นคว้าหาวิธีการ

ด้วยตนเอง นอกจากนี้ กาญจนา เกียรติประวัติ (2524 :140) กล่าวว่า การสอนแบบปฏิบัติการ หมายถึง กระบวนการสอนที่ใช้ประสบการณ์ตรงเพื่อให้ได้ผลผลิต หรือข้อเท็จจริงจากข้อสังเกต และการทดลองเป็นรายบุคคลหรือเป็นรายกลุ่ม

จากความหมายที่กล่าวมาแล้วข้างต้น พอจะสรุปได้ว่าการสอนคณิตศาสตร์ แบบปฏิบัติการเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยยึดตัวผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนมีหน้าที่ในการปฏิบัติกิจกรรมที่ครูเสนอไว้ในรูปแบบต่างๆ อันจะนำไปสู่การค้นพบข้อสรุป มโนคติ กฎ สูตร ด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงผู้จัดสื่อการเรียนให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของ นักเรียน

2. จุดมุ่งหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ

กาญจนา เกียรติประวัติ (2524 : 86) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการสอน แบบปฏิบัติการ พอสรุปได้ดังนี้

1. เพื่อเรียนรู้วิธีการ โดยนักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการสังเกต และการทดลอง
2. เพื่อฝึกทักษะ ควรเป็นทักษะขั้นพื้นฐานในการแสวงหาความรู้ ส่วนการนำไปใช้ ควรฝึกเพิ่มเติมนอกเหนือการปฏิบัติ
3. เพื่ออธิบายหลักการ เป็นการขยายความสิ่งที่ได้ยินด้วยการบอก ผู้เรียนได้นำสิ่งที่เรียนมาใช้กับปัญหาจริง
4. เพื่อรวมข้อมูลและแปลความ ให้นักเรียนได้มีโอกาสในการรวบรวมข้อมูล จัดหมวดหมู่แล้วสรุปผล หรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหา
5. เพื่อฝึกใช้เครื่องมือ เป็นการพัฒนาทักษะการใช้เครื่องมือในการทดลอง ช่วยให้นักเรียนสนใจบทเรียนยิ่งขึ้น
6. เพื่อปฏิบัติการสร้างสรรค์ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดลองด้วยวิธีต่างๆ และการแสดงความคิด

3. ลักษณะของการสอนแบบปฏิบัติการ

การสอนแบบปฏิบัติการมีลักษณะสำคัญดังนี้

1. ใช้วัสดุอุปกรณ์ ซึ่งอาจเป็นรูปธรรม (ของจริง) กึ่งรูปธรรม (หุ่นจำลอง รูปภาพ) นามธรรม (สัญลักษณ์ สิ่งพิมพ์ต่างๆ)

2. มีการจดข้อมูล การจัดทำ การคิดค้น การคำนวณ หรือกิจกรรมกายภาพ เช่น การสร้าง การวัด
3. นักเรียนเป็นผู้กระทำการ นักเรียนต้องมีความรับผิดชอบต่อตนเอง ต่อกลุ่ม มีวินัย ในการควบคุมตนเอง
4. ส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ ระหว่างนักเรียน
5. ให้นักเรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเอง

4. คุณค่าของการสอนแบบปฏิบัติการ

ลาวัลย์ พลกล้า (2523 : 3) ได้สรุปถึงคุณค่าของการสอนแบบปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนคติในเรื่องนั้นๆ เกิดจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ ในการหากระบวนการ และวิธีการต่างๆ
 2. นักเรียนจะสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์เข้ากับโลกภายนอกห้องเรียนหรือชีวิตจริง เพราะคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเรียนนั้น นักเรียนเรียนจากกิจกรรมที่ปฏิบัติจริงทำให้เกิดมโนภาพ ในเรื่องนั้นๆ นักเรียนจะรู้สึกว่าคุณคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ดีกลับ
 3. การเรียนจากการปฏิบัติจริง นักเรียนจะเกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ ทำให้เกิดความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้ ซึ่งเป็นสิ่งที่พึงประสงค์อย่างยิ่งของการศึกษา
 4. บรรยากาศในชั้นเรียน จะเป็นแบบนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนต้องทำกิจกรรม ตลอดเวลา
 5. การเรียนแบบปฏิบัติการ ให้นักเรียนอยู่ในบรรยากาศที่ไม่เคร่งเครียด ให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
 6. เปิดโอกาสในการนำปัญหาต่างๆ มาให้นักเรียนคิด โดยอาศัยวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ เป็นเครื่องช่วยในการวิเคราะห์โจทย์นั้นให้เป็นรูปธรรม หรือกึ่งรูปธรรมให้เกิดภาพพจน์ เข้าใจ ปัญหาโจทย์
 7. ช่วยเร้าให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการแก้ปัญหา
 8. เสริมสร้างทักษะในการคิดคำนวณ
- นอกจากนี้ ไฮร์เมอร์ และทรูปลัด (Heimer and Trueblood. 1977 : 29) ได้กล่าวถึง คุณค่าการสอนแบบปฏิบัติการเพิ่มเติมอีก 2 ประการ คือ
1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง จากการปฏิบัติกิจกรรม
 2. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้

5. ประเภทของการสอนแบบปฏิบัติการ

การสอนแบบปฏิบัติการเป็นการสอนที่ยึดกิจกรรมในการปฏิบัติเป็นหลัก ดังนั้น
 ประดับ เรืองมาลัย (2524 : 289 – 290) ได้แบ่งการสอนแบบปฏิบัติการออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การปฏิบัติการแบบสำเร็จรูป (Structured Laboratory) มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1.1 ครูตั้งปัญหาที่จะปฏิบัติการให้
- 1.2 ครูบอกวิธีที่จะรวบรวมข้อมูลให้
- 1.3 ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลตามที่ครูบอก
- 1.4 ให้นักเรียนจัดระเบียบข้อมูลตามที่ครูสั่ง
- 1.5 ให้นักเรียนตอบคำถามของครู
- 1.6 ให้นักเรียนหาข้อสรุปเอง
- 1.7 ให้นักเรียนเขียนรายงานส่งครู แล้วบอกครูว่าใครถูกหรือผิดอย่างไร

2 การปฏิบัติการแบบไม่กำหนดทิศทาง (Unstructured Laboratory) การปฏิบัติการในลักษณะนี้นักเรียนต้องค้นคว้าหาคำตอบเองโดยครูกำหนดปัญหาให้ หรือให้นักเรียนช่วยกันกำหนดแล้วช่วยกันวางแผนในการแก้ปัญหา โดยออกมาในรูปของการอภิปรายก่อนการปฏิบัติการ เมื่อได้แนวทางแล้ว นักเรียนแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยก็จะแยกย้ายกันไปปฏิบัติการ แล้วนำผลที่ได้มาอภิปรายอีกครั้งหนึ่ง ครูทำหน้าที่เป็นพี่เลี้ยงคอยให้คำแนะนำเท่านั้น

6. หลักการในการสอนแบบปฏิบัติการ

หลักการสอนมีความจำเป็นสำหรับการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อให้ดำเนินการสอนไปในแนวทางที่ถูกต้อง ประดับ เรืองมาลัย (2524 : 293) และยุพิน พิพิธกุล (2523 : 89) ได้เสนอแนะหลักการสำคัญในการสอนแบบปฏิบัติการ พอสรุปเป็นข้อๆ ดังต่อไปนี้

1. ครูจะต้องเตรียมวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ให้พร้อม
2. ครูจะให้นักเรียนทำเป็นรายบุคคลหรืองานกลุ่ม ขึ้นอยู่กับเนื้อหาวิชา
3. ครูควรทำคำแนะนำให้ชัดเจน
4. งานที่มอบหมายให้ทำนั้นควรให้ทุกคนมีส่วนร่วมและทำได้
5. ครูไม่ควรแนะนำนักเรียนเป็นส่วนตัว ครูอาจจะชี้แจงทั้งชั้น ในบางเรื่องที่เป็น

และส่งเสริมให้กำลังใจแก่นักเรียน

6. ช่วงเวลาทดลองไม่ควรนานเกินไป พยายามให้นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง

เอง

7. มีการเตรียมแผนงานทดลองอย่างระมัดระวัง
 8. เด็กจะต้องรู้จุดมุ่งหมายในการทดลองแต่ละครั้งเสมอ
 9. ก่อนจะนำกิจกรรมการทดลองมาให้เด็กทำ ครูจะต้องมีประสบการณ์ในเรื่องนั้นๆ มาอย่างดีพอ เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาระหว่างการทดลอง
 10. ปล่อยให้เด็กได้คิดและทำกิจกรรมอย่างอิสระ ครูจะทำหน้าที่เป็นพี่เลี้ยงเท่านั้น
 11. จงพยายามใช้อุปกรณ์ง่ายๆ ในการทดลอง
- นอกจากนี้ ยูนิ ฟิสิกส์ (2523 : 82) ได้กล่าวถึงการเตรียมการสอนของครูไว้ดังนี้
1. ครูจะต้องเตรียมคำแนะนำเพื่อนักเรียนจะได้ทราบว่า จะใช้วัสดุอะไร จะทดลองอะไร
 2. เตรียมวัสดุให้เพียงพอ และเหมาะสมกับเนื้อหาที่จะสอน
 3. ห้องเรียนควรอยู่ในสภาพยืดหยุ่นได้ โต๊ะเรียน เก้าอี้ อาจเคลื่อนย้ายเพื่อแบ่งกลุ่มทดลอง
 4. บอกนักเรียนให้เตรียมตัวล่วงหน้าในบทเรียน โดยช่วยหาวัสดุอุปกรณ์มา

7. การวางแผนการสอนแบบปฏิบัติการ

ในการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอนแบบปฏิบัติการ ครูจะต้องเตรียมวางแผนงานล่วงหน้า โดยพิจารณาสิ่งต่อไปนี้ (ลาวัลย์ พลกกล้า, 2523 : 5)

1. เลือกเนื้อหาที่จะสอน มีบางเนื้อหาเท่านั้นในหลักสูตรที่เหมาะสมจะนำมาจัดการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการ โดยเฉพาะเนื้อหาที่ค่อนข้างเป็นรูปธรรม เช่น การชั่ง ตวง วัด การหาพื้นที่และปริมาตร ฯลฯ เมื่อเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมได้แล้ว ครูต้องกำหนดขอบเขต ความลึกซึ้งของเนื้อหา และความคิดรวบยอดของเนื้อหานั้นๆ
 2. กำหนดความสามารถที่ต้องการฝึก ครูจะต้องพิจารณาถึงแต่ละเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนฝึกว่า จะให้นักเรียนทำอะไรได้บ้าง มีพฤติกรรมอย่างไร และนักเรียนจะได้รับประโยชน์อะไรจากการกระทำนั้น และควรจะพิจารณาว่าจะฝึกให้นักเรียนมีความสามารถเพิ่มเติมอะไร นอกเหนือจากที่หลักสูตรกำหนดไว้
 3. สื่อการเรียนการสอน วิธีสอนแบบปฏิบัติการต้องอาศัยสื่อการเรียนการสอนเป็นหลัก ลาวัลย์ พลกกล้า (2523 : 6) และรวีวรรณ ทุมชัย (2534 : 98) ได้กล่าวถึงสื่อการเรียนการสอนที่จะนำมาใช้ได้แก่
- 3.1 บทเรียนปฏิบัติการ (Laboratory Lesson) เป็นสื่อการเรียนการสอนที่

ให้นักเรียนได้เรียนจากที่ได้ทำจริงๆ ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนทำตามข้อปฏิบัติ ทำการทดลอง บันทึกข้อมูล แล้วสรุปกฎเกณฑ์ต่างๆ จากข้อมูลเหล่านั้นด้วยตนเอง บทเรียนนี้ประกอบด้วย หัวข้อเรื่อง ระดับชั้น จุดประสงค์ในการเรียนรู้ อุปกรณ์ที่ใช้ การจัดกลุ่ม การปฏิบัติการ กระจายคำตอบ หรือการสรุปผลการปฏิบัติการ

3.2 บทเรียนกิจกรรม (Activity Lesson, Activity Card, Activity Sheet)

เป็นบทเรียนที่บอกให้นักเรียนทำกิจกรรมต่างๆ ตามข้อปฏิบัติ โดยมีข้อเสนอแนะหรือแนวความคิดเพื่อช่วยให้นักเรียนตอบคำถามหรือหาข้อสรุปได้ บทเรียนนี้ประกอบด้วยหัวข้อเรื่อง ระดับชั้น จุดประสงค์การเรียนรู้ อุปกรณ์ที่ใช้ การจัดกลุ่ม กิจกรรม กระจายคำตอบหรือการสรุปผลการปฏิบัติการ จากลักษณะดังกล่าวพอสรุปได้ว่าข้อแตกต่างระหว่างบทเรียนปฏิบัติการกับบทเรียนกิจกรรมมีดังนี้

บทเรียนปฏิบัติการ เป็นบทเรียนที่นักเรียนจะต้องเป็นผู้ลงมือกระทำเพื่อหาข้อความจริง ข้อสรุปกฎเกณฑ์ต่างๆ ด้วยตนเอง โดยพิจารณาจากข้อมูลต่างๆ ที่ตนเองหามา ถ้าพิจารณาเชิงวิธีการเรียนรู้กล่าวได้ว่า บทเรียนปฏิบัติการนี้ใช้วิธีการเรียนแบบค้นพบ (Discovery)

บทเรียนกิจกรรมเป็นบทเรียนที่มีข้อมูลบางอย่าง มีแนวความคิด ข้อเสนอแนะ หรือคำถามนำ รวมทั้งสิ่งที่จะนำมาใช้ประกอบในการคิดเพื่อให้นักเรียนตอบคำถามและหาข้อสรุปได้ จะทำให้นักเรียนเกิดกำลังใจและความเชื่อมั่นในตนเอง ซึ่งจะนำไปสู่ความสำเร็จในการเรียนรู้ กล่าวได้ว่าบทเรียนกิจกรรมนี้ ใช้วิธีการเรียนแบบค้นพบโดยมีการแนะ (Guided Discovery) หรือเสนอแนะให้นักเรียน

3.3 บทเรียนโปรแกรม (Programmed Text) เป็นสื่อที่ให้นักเรียนใช้เรียน

ด้วยตนเอง ตามแนวคิดของนักจิตวิทยากลุ่มสิ่งเร้าและตอบสนอง (Stimulus-response) นักเรียนจะเรียนได้เร็วหรือช้า ขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างบุคคล บทเรียนจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนย่อยๆ เป็นตอนๆ เป็นกรอบ (Frame) ตามลำดับเนื้อหา แต่ละกรอบจะมีเนื้อหา การใช้คำถามแล้วให้นักเรียนตอบ นักเรียนจะทราบผลทันทีจากเฉลยในกรอบหรือหน้าถัดไป หากตอบถูก นักเรียนจะเกิดกำลังใจในการเรียนต่อไป หากตอบผิดก็จะแก้ไขได้ทันที

3.4 บัตรงาน (Work Card, Work Sheet) เป็นสื่อที่ใช้ฝึกให้นักเรียน

เกิดทักษะในการคิดคำนวณ เป็นการนำความรู้จากข้อเท็จจริง สูตร ทฤษฎีต่างๆ ไปใช้หลังจากนักเรียนได้เรียนเนื้อหานั้นๆ จนเข้าใจแล้ว ในบัตรงานจะระบุรายการดังต่อไปนี้

3.4.1 เนื้อหา สูตร ข้อเท็จจริงที่จะนำไปใช้

3.4.2 ตัวอย่าง

3.4.3 โจทย์ที่จะให้นักเรียนทำ

3.5 บัตรปัญหา (Problem Card) เป็นสื่อที่ใช้ฝึกให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา โจทย์ปัญหาอาจจะมีลักษณะต่างๆ กัน เช่น

3.5.1 บัตรปัญหาที่เกี่ยวกับเนื้อหาที่นักเรียนเรียน

3.5.2 ปัญหาที่ไม่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในหลักสูตร แต่อาศัยความรู้คณิตศาสตร์บางเรื่องเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา

3.5.3 ปัญหาที่นักเรียนต้องอาศัยวิธีการทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา

บัตรปัญหานี้ใช้กับนักเรียนบางคนหรือบางกลุ่มที่ทำงานเสร็จก่อน จะขอรับงานใหม่หรือรอตรวจงาน ซึ่งเป็นช่วงที่นักเรียนวุ่นวายเพราะไม่มีกิจกรรมการเรียน การให้นักเรียนทำบัตรปัญหาด้วยตนเอง นับว่าเป็นกิจกรรมเสริมความรู้อย่างหนึ่ง

3.6 เกม (Game) เป็นสื่อที่ใช้สร้างความสนใจของนักเรียนยังช่วยในการฝึกทักษะในการคิดคำนวณ และฝึกความสามารถในการคิด หาความเกี่ยวข้องของข้อมูล และรูปแบบต่างๆ เกมแต่ละเกมจะต้องมีจุดประสงค์ที่แน่นอนว่าจะฝึกเนื้อหาหรือความสามารถอะไร

4. การจัดการ การสอนแบบปฏิบัติการ นอกจากการเตรียมสื่อการเรียนการสอนแล้ว ครูต้องคำนึงถึงรูปแบบของการจัดการสำหรับการใช้แบบเรียนปฏิบัติการ ซึ่งได้แก่ การจัดชั้นเรียน การสั่งงาน (Assignment) ให้นักเรียนเข้าใจถึงงานที่จะต้องทำว่าเขาจะต้องทำอะไร อย่างไร ส่งรายงานอย่างไร เมื่อใด รวมทั้งการวางแผนเตรียมงานเพื่อสำหรับนักเรียนที่ทำงานที่สั่งไว้เสร็จเรียบร้อยแล้ว การจัดการมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1 ตำรวจสื่อที่จะใช้ว่าในเนื้อหานั้นๆ จะใช้สื่ออะไรบ้าง จะใช้ตอนไหน และจะใช้เป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มย่อย ครูต้องจัดเตรียมให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียน

4.2 วางแผนสำหรับการสั่งงาน ครูควรเขียนแผนผังการปฏิบัติการติดไว้ให้นักเรียนดูล่วงหน้าก่อนวันปฏิบัติการ หรืออัดสำเนาแจกนักเรียนไว้เป็นคู่มือกรณีที่นักเรียนทำงานกลุ่ม ต้องคิดว่าจะแบ่งกลุ่มอย่างไร จัดชั้นอย่างไร

4.3 จัดที่สำหรับส่งบทเรียน พร้อมอุปกรณ์ (Task Station)

5. การรายงานผลและการประเมินผล ครูต้องวางแผนว่าจะตรวจงานอย่างไร และถ้าข้อสรุปไม่ถูกต้องครูจะทำอย่างไร จะให้นักเรียนอภิปราย รายงานวิธีคิดและเหตุผลอย่างไร การประเมินผลนั้นต้องประเมินจากกระบวนการและวิธีคิดของนักเรียนด้วย หากข้อสรุปของนักเรียน

ไม่ถูกต้อง ครูจะได้รับรู้วิธีการคิด เหตุผลของนักเรียน และชี้แจงให้นักเรียนรู้ว่านักเรียนผิดพลาดอะไร หรือชี้แนะเพิ่มเติม เสริมความรู้บางอย่างที่นักเรียนบกพร่องเพื่อช่วยให้นักเรียนหาข้อสรุปได้ถูกต้อง นอกจากนี้ควรคำนึงถึงความก้าวหน้าของนักเรียนในการเรียน โดยการปฏิบัติการ นับว่าเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลด้วย เพื่อให้นักเรียนเกิดกำลังใจในการเรียน

8. ขั้นตอนการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการ

ยูพิน พิพิธกุล (2523 : 82) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการ ไว้ดังนี้

1. ขั้นนำ (Introductory Step) ครูต้องเตรียมทุกอย่างให้พร้อมและบอกนักเรียนให้เข้าใจอย่างชัดเจนว่าจะต้องทำอะไร โดยให้เอกสารแนะนำแนวทางหรือคู่มือปฏิบัติการที่มีคำแนะนำไว้อย่างชัดเจนและกระตุ้นให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียนแบบปฏิบัติการ

2. ระยะเวลา (Work Period) นักเรียนจะทดลองในปัญหาเดียวกันหรือต่างกันได้ ในการทดลองจะต้องกำหนดเวลา ต้องได้รับประสบการณ์หรือเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติการนั้น และคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย

3. กิจกรรมขั้นสุดท้าย (Culminating Activity) เมื่อปฏิบัติการทดลองเสร็จแล้ว ต้องมีการอภิปรายผล รายงานข้อมูลและแสดงวัสดุที่ทดลอง

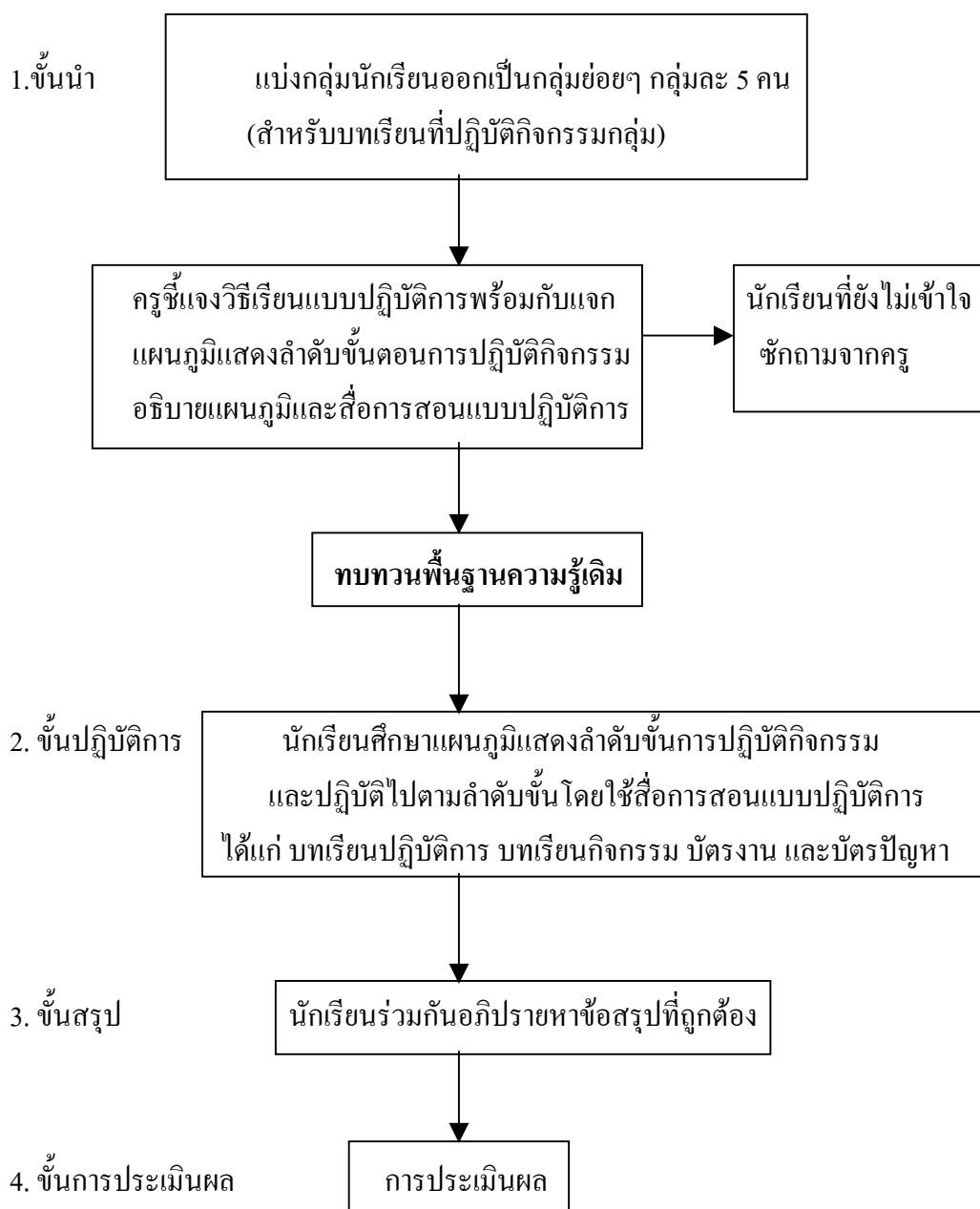
การนำวิธีการสอนแบบปฏิบัติการไปใช้นั้น สิ่งแรกที่ควรระลึกอยู่เสมอคือ การเตรียมตัวอย่างดีของครู เพราะวิธีสอนแบบนี้ครูต้องเตรียมตัวหลายอย่างนับตั้งแต่การวางแผนการสอน การเขียนคู่มือปฏิบัติสำหรับนักเรียน การสร้างสื่อการสอน การสอนทั้งแบบเป็นตัวบทเรียนและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เตรียมวิธีให้นักเรียนรายงานผลการปฏิบัติการ ส่วนลำดับการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการนั้น เริ่มด้วยขั้นนำเป็นการแนะนำวิธีการปฏิบัติการ

วิธีสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการนี้ทั้งครูและนักเรียนมีบทบาทมาก โดยครูทำหน้าที่วางแผนการสอน จัดสื่อการเรียนการสอนและควบคุมให้การเรียนการสอนดำเนินไปตามแผนที่วางไว้ บทบาทของครูจะเป็นผู้จัดการมากกว่าจะทำหน้าที่เป็นผู้สอนเอง ส่วนนักเรียนมีบทบาทในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนด้วยตนเอง และได้ฝึกความสามารถหลายด้าน เช่น ฝึกการอ่านและทำความเข้าใจ ข้อปฏิบัติ ฝึกวิหิตหาเหตุผล หาวิธีการ ฝึกความรับผิดชอบในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ความรับผิดชอบในการใช้วัสดุอุปกรณ์ และที่สำคัญที่สุดคือ ได้เรียนรู้ด้วยการค้นพบด้วยตนเอง แนะนำสื่อการเรียน และเน้นเรื่องการอ่านทำความเข้าใจกับขั้นตอนปฏิบัติการ (Lab Direction) ที่เขียนบอกไว้ในบทเรียน ขึ้นต่อไปเป็นขั้นให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมไปตามข้อปฏิบัติ โดยครูทำหน้าที่ควบคุมชั้นและแจกบัตรปัญหาให้กับนักเรียนที่ทำกิจกรรมเสร็จก่อน

คนอื่นหรือกลุ่มอื่น ขั้นสุดท้ายเป็นขั้นเสนอผลการปฏิบัติการ โดยให้นักเรียนรายงานผล เสนอแนวคิด และอภิปรายข้อสรุปที่ได้ของตนเองหรือของกลุ่ม หากข้อค้นพบของนักเรียนผิดไป ครูจะต้องใช้คำถามสืบสาวถึงวิธีการคิดของนักเรียน เพื่อจะได้ทราบสาเหตุที่ทำให้นักเรียนได้ข้อสรุปที่ผิด ครูอาจให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง

จากแนวความคิดดังกล่าว สามารถนำมาประยุกต์ใช้และสรุปได้ว่ากระบวนการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการจะประกอบด้วย ขั้นนำ ขั้นปฏิบัติการ ขั้นสรุป ขั้นการประเมินผล ซึ่งเป็นกระบวนการที่ดำเนินไปตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ดังภาพประกอบ 3

ภาพประกอบ 3 แผนภูมิแสดงลำดับขั้นการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ



จากภาพประกอบ 3 จะเห็นว่า การสอนคณิตศาสตร์โดยวิธีสอนแบบปฏิบัติการมี
ขั้นตอนการสอนดังนี้

1. ขั้นนำ มีการแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยๆ กลุ่มละ 5 คน นั้นเพื่อความสะดวก

ในการร่วมทำกิจกรรมกลุ่มจากบทเรียนปฏิบัติการและบทเรียนกิจกรรมพร้อมทั้งการชี้แจงเพื่อสร้างความเข้าใจอันดีให้กับนักเรียนว่าในการเรียนการสอนนั้น จะมีลำดับขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมอย่างไรจะได้ปฏิบัติได้ถูกต้องและเป็นระบบ จากนั้นจะทบทวนความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงความรู้ที่เรียนมาแล้วกับความรู้ใหม่ให้เป็นเรื่องเดียวกัน จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจการเรียนเรื่องใหม่ได้ดียิ่งขึ้น

2. ขั้นปฏิบัติการ เป็นขั้นการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ นักเรียนแต่ละกลุ่มจะปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนจากบทเรียนปฏิบัติการ บทเรียนกิจกรรม นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง สังเกตผลการปฏิบัติ ค้นคว้า รวบรวมข้อมูล หาข้อสรุปด้วยตนเอง นักเรียนเห็นผลและความก้าวหน้าของตนเองโดยมีครูคอยกำกับและแนะนำปฏิบัติกิจกรรมนั้นๆ บนพื้นฐานการใช้สื่อการสอนที่เป็นรูปธรรม กึ่งรูปธรรม นามธรรม ตามลำดับ จากนั้นมีการฝึกทักษะจากการทำบัตรงาน และบัตรปัญหาซึ่งเป็นการนำความรู้จากข้อเท็จจริง สูตรหรือกฎเกณฑ์ต่างๆ มาใช้เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหายิ่งขึ้นและสามารถนำไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

3. ขั้นสรุป ในขั้นนี้จะมีการอภิปรายแสดงความคิดเห็นร่วมกันจนได้ข้อสรุป พร้อมกับจดบันทึก

4. ขั้นการประเมินผล เป็นขั้นที่ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนว่ามีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนหรือไม่ โดยสังเกตจากการร่วมมือในการปฏิบัติกิจกรรม การตรวจบัตรงาน บัตรปัญหา และการตอบคำถามด้วยปากเปล่า

ขั้นการปฏิบัติการ จากภาพประกอบ 2 ซึ่งเป็นขั้นที่ 2 ของวิธีการสอนแบบปฏิบัติการ นั้นเป็นขั้นที่มีความสำคัญยิ่งของวิธีการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการ นักเรียนจะมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์ต่างๆ ได้ เนื่องจากนักเรียนได้เรียนรู้โดยการกระทำผ่านประสาทสัมผัสหลายด้าน เรียนรู้จากของจริง สังเกต ค้นพบ และหาข้อสรุปด้วยตนเองหรือการเรียนรู้ที่ถาวร ซึ่งในขั้นปฏิบัติการนี้จะมีลำดับขั้นของการปฏิบัติกิจกรรม มีขั้นตอนดังภาพประกอบ 4

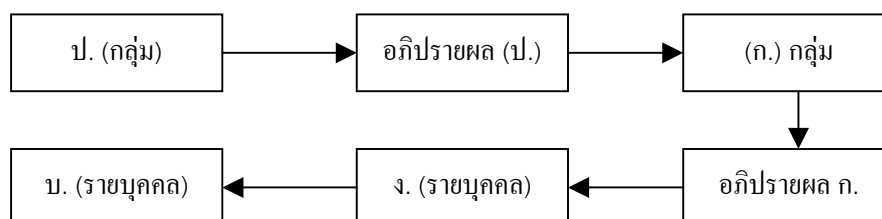
ภาพประกอบ 4 แผนภูมิแสดงลำดับขั้นกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ

ป. หมายถึง บทเรียนปฏิบัติการ

ก. หมายถึง บทเรียนกิจกรรม

ง. หมายถึง บัตรงาน

บ. หมายถึง บัตรปัญหา



หมายเหตุ บัตรปัญหาใช้สำหรับนักเรียนแต่ละคนที่ปฏิบัติกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยแล้วก่อนเวลากำหนด

9. ประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการ

การสอนแบบปฏิบัติการหรือการสอนแบบทดลองนับว่าเป็นการสอนที่นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างแท้จริง ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสหลายด้านจึงมีความสอดคล้องกับหลักการเรียนรู้ เช่น การเรียนรู้จากรูปธรรมไปสู่นามธรรม และเป็นการเรียนรู้โดยการกระทำ สุวัฒน์ ยุทธเมธา (2523 : 190) ได้สรุปประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. ปลุกฝังนักเรียนให้มีความสนใจในการค้นคว้าหาความจริง ไม่เชื่ออะไรง่ายๆ
2. ให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการทดลองเพื่อค้นคว้าหาข้อเท็จจริงตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. ทำให้ผู้เรียนสังเกตพิจารณาหาเหตุผลจากสิ่งแวดล้อม ปรับตนให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดีขึ้น
4. ให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการกระทำ มีประสบการณ์ตรง เป็นการสร้างวิธีการที่ดีในการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนต่อไป
5. ทำให้ผู้เรียนรักและสนใจบทเรียน เพราะมีการเรียนจากสิ่งที่เป็นจริง
6. ทำให้ผู้เรียนพัฒนาในด้านทักษะการใช้เครื่องมือ และการจัดกระบวนการ
7. เรียนรู้ได้แจ่มแจ้ง มั่นยำ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
8. ทำให้ผู้เรียนเป็นคนเชื่อมั่นในตนเอง ไม่เป็นผู้ที่คอยแต่อาศัยผู้อื่น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบปฏิบัติการ

การสอนแบบปฏิบัติการเริ่มมีใช้กับวิชาวิทยาศาสตร์ แต่ต่อมาก็ได้นำมาใช้สอนกับวิชาอื่นๆ วิชาคณิตศาสตร์ก็เป็นวิชาหนึ่ง ที่ได้นำเอาการสอนแบบปฏิบัติการมาดัดแปลงใช้กับวิชาคณิตศาสตร์ จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวกับวิธีสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการนี้พบว่า เป็นวิธีที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ค้นพบด้วยตนเอง โดยครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทดลอง หาข้อมูลเพื่อสรุปเป็นกฎ สูตร ซึ่งนับว่ามีประโยชน์ ช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจในเรื่องนั้นๆ และยังทำให้นักเรียนอยู่ในบรรยากาศที่ไม่เคร่งเครียด ก่อให้เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์อีกด้วย นักการศึกษาหลายท่าน ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับวิธีการสอนนี้หลายแห่งหลายมุม ทั้งในและต่างประเทศ

1. งานวิจัยในประเทศ

กฤษฎา ศรีชนะ (2537) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้และความคิดสร้างสรรค์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องรูปทรงเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านดุม อำเภอศรีรัตนะ จังหวัดศรีสะเกษ ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประนอม วุฒนาษากร (2538) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการชั่ง โดยวิธีการสอนแบบปฏิบัติการกับการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ได้รับการเรียนโดยวิธีการสอนแบบปฏิบัติการ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปีทมา เขียววิศิษฐ์สกุล (2526 : 160) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเส้นตรงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในปี พ.ศ.2525 โดยกลุ่มที่เรียนจากการสอนแบบปกติ ซึ่งอาจารย์ประจำเป็นผู้สอน ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปฏิบัติการกับการสอนปกติไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้อภิปรายไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันนี้อาจเนื่องมาจาก

1. ครูผู้สอนกลุ่มควบคุมมีความรู้และประสบการณ์ในการสอนมากกว่า
2. บทเรียนประเภทต่างๆ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นบทเรียนที่สามารถใช้แทนการสอน

ปกติที่สอน โดยครูผู้มีประสิทธิภาพในการสอน แต่อย่างไรก็ตามผู้วิจัยก็ได้กล่าวต่อไปว่า วิธีสอนแบบปฏิบัติการช่วยให้นักเรียนที่เคยได้คะแนนปานกลางสนใจบทเรียน และทำคะแนนได้ดีกว่านักเรียนที่เคยเรียนเก่ง นั่นคือ วิธีสอนแบบปฏิบัติการเหมาะสมสำหรับเด็กปานกลาง

เรียมรอง สวัสดิชัย (2525 : 98) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องความเท่ากันทุกประการ ที่เรียนจากวิธีสอนแบบปฏิบัติการและบทเรียน โปรแกรม ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผู้วิจัยได้อธิบายไว้ว่า สาเหตุที่แตกต่างกันเพราะผู้เรียนสนใจ กระตือรือร้น ทำกิจกรรมด้วยตนเอง ส่วนผู้ที่เรียนโดยบทเรียน โปรแกรมนั้นเบื่อหน่ายบทเรียน และสาเหตุอีกประการหนึ่ง เกี่ยวกับเนื้อหาที่ใช้เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวกับคุณสมบัติรูปทรงเรขาคณิตและเกี่ยวข้องกับ การวัด จึงเหมาะสมที่จะสอนด้วยวิธีสอนแบบปฏิบัติการ

เอนก สุดจันงค์ (2531) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน โดยการสอนแบบปฏิบัติการ ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทั้งในระดับที่มีความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

วันทนีย์ พิทักษวารากร (2541: 134) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์การสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการและแบบปกติ ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. งานวิจัยในต่างประเทศ

เกทส์ (Gates, 1977 : 4193-A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตใน CUPM คณิตศาสตร์ระดับ 1 (Level 1) และเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนวิชาเอกการประถมศึกษา ที่เรียนจากการสอนแบบปฏิบัติการและการสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนคณิต 3391 ที่มหาวิทยาลัยอาร์กันซอ (Arkansas) ผลของการวิจัยปรากฏว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนจากการสอนแบบปฏิบัติการและการสอนปกติ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ การเรียนโดยการสอนแบบปฏิบัติการ มีประสิทธิภาพมากกว่าการสอนแบบปกติ แต่ก็ไม่ได้แตกต่างกันมากมายนัก

2. เจตคติทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ เจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มค่อนข้างเหมือนกัน

คอร์วิน (Corwin, 1978 : 6584-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิต ที่เรียนโดยวิธีสอนแบบปฏิบัติการ และใช้การพับกระดาษเป็นรูปทรงเรขาคณิต เป็นเครื่องช่วยสอนกับการสอนวิธีบรรยาย-อภิปราย โดยจุดมุ่งหมายของการวิจัยนี้เพื่อพัฒนาและปรับปรุงการสอนแบบปฏิบัติการ ซึ่งอาศัยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน นอกจากนี้ยังได้ศึกษาถึงการตอบสนองของครูที่มีต่อการสอนแบบปฏิบัติการ การวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยครู 8 คน โดยที่ครูแต่ละคนสอนนักเรียน 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งสอนด้วยวิธีสอนแบบปฏิบัติการ อีกกลุ่มหนึ่งสอนด้วยวิธีสอนแบบบรรยาย-อภิปราย ใช้เวลาในการทดลอง 15 สัปดาห์ ผลของการวิจัยปรากฏว่า เจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และนอกจากนี้พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์นั้น มีความสัมพันธ์กันในทางบวก สำหรับครูนั้นพบว่า มีเจตคติในทางบวกต่อการสอนแบบปฏิบัติการ ทั้งครูและนักเรียนรู้สึกว่าการทดลองและการใช้เทคนิคพับกระดาษเป็นรูปทรงเรขาคณิตช่วยทำให้นักเรียนมองเห็นภาพพจน์ และเข้าใจมโนคติได้ดี

เดจาร์เนตต์ ออนดรัส (Dejarnette-Ondrus, 1978 : 3432-A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเกรด 9 ที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปฏิบัติการสลับกับการสอนแบบปกติ กับการสอนแบบบรรยาย-อภิปราย ตลอดทั้ง 5 วัน ส่วนกลุ่มทดลองมีนักเรียน 18 คน ได้เรียนจากการสอนแบบปฏิบัติการสัปดาห์ละ 2 วัน อีก 3 วัน เรียนจากการสอนแบบบรรยาย-อภิปราย ใช้เวลาในการทดลอง 23 สัปดาห์ ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มทดลองมีเจตคติในทางบวกต่อวิชาคณิตศาสตร์มากกว่ากลุ่มควบคุม แต่อย่างไรก็ตามเป็นที่เชื่อกันว่า เจตคติในทางบวกจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

เบลานท์ (Blount, 1980 : 1990-A) ได้ทำการศึกษาผลของการสอนในห้องปฏิบัติการคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนเสริมนอกจากการสอนปกติในชั้นเรียนในเรื่องของเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยทำการทดลองกับนักศึกษาปีที่ 1 จำนวน 166 คน โดยการสุ่มจากนักศึกษาทั้งหมด 813 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า การสอนแบบปฏิบัติการซึ่งใช้สลับกับการสอนปกติในชั้นเรียน มีผลต่อเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนโดยการสอนแบบปฏิบัติการสลับกับการสอนปกติกับกลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ลอนดอน (London, 1978 : 2113-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 8 ที่เรียนโดยการสอนแบบเน้นกิจกรรมกับการสอนแบบปกติโดยยึดตำราเป็นหลัก สำหรับกลุ่มทดลองที่เรียนโดยการสอนแบบเน้นกิจกรรมเป็นหลักนั้นใช้อุปกรณ์การสอนหลายประเภทด้วยกัน รวมทั้งบทเรียนปฏิบัติการบทเรียนกิจกรรม สำหรับกลุ่มควบคุมนั้นเรียนโดยยึดตำราเป็นหลักและใช้ตำราได้อย่างกว้างขวาง ผลของการวิจัยปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับวิธีสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการทั้งในประเทศและต่างประเทศดังกล่าวพบว่า มีการวิจัยในลักษณะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งผลที่ได้ยังขัดแย้งกันอยู่ กล่าวคือ ผลการวิจัยบางเรื่องพบว่า การสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าการสอนตามปกติ แต่งานวิจัยบางเรื่องไม่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความต้องการที่จะศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากการสอนแบบปฏิบัติการ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติกับการสอนแบบปกติว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่