



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัย เรื่อง ผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมที่มีต่อมโนทัศน์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในหัวข้อต่อไปนี้

1. การสอนซ่อมเสริม
 - 1.1 ความหมายของการสอนซ่อมเสริม
 - 1.2 สาเหตุที่ต้องมีการสอนซ่อมเสริม
 - 1.3 จุดมุ่งหมายของการสอนซ่อมเสริม
 - 1.4 หลักการสอนซ่อมเสริม
 - 1.5 ประเภทของการสอนซ่อมเสริม
 - 1.6 รูปแบบการสอนซ่อมเสริม
 - 1.7 ประโยชน์ของการสอนซ่อมเสริม
 - 1.8 ปัจจัยที่ทำให้การสอนซ่อมเสริมประสบความสำเร็จ
2. การสอนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์
 - 2.1 คอมพิวเตอร์และบทบาทในวงการศึกษา
 - 2.2 คอมพิวเตอร์กับการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์
3. ทฤษฎีซ่อมแซม
 - 3.1 ความเป็นมาของทฤษฎีซ่อมแซม
 - 3.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม
4. มโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
 - 4.2 ประเภทของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
 - 4.3 ประโยชน์ของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
 - 4.4 กระบวนการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
 - 4.5 การสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
 - 4.6 การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

5. ความคงทนในการเรียน
 - 5.1 ความหมายของความคงทนในการเรียน
 - 5.2 ความหมายของการจำ
 - 5.3 กระบวนการของการจำและระบบความจำ
 - 5.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการจำ
 - 5.5 การทดสอบการจำ
 - 5.6 การปรับปรุงประสิทธิภาพในการจำ
 - 5.7 การวัดความคงทนในการเรียน
6. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ
 - 6.1 ลักษณะและพฤติกรรมของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ
 - 6.2 การจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 งานวิจัยต่างประเทศ
 - 7.2 งานวิจัยในประเทศ

1. การสอนซ่อมเสริม

1.1 ความหมายของการสอนซ่อมเสริม

ในชั้นเรียนปกติทั่วไปย่อมต้องมีเด็กที่มีความสามารถแตกต่างกันเรียนอยู่ร่วมกัน การสอนเพื่อให้นักเรียนทุกคนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้เป็นไปได้ยาก ดังนั้นจึงต้องมีการสอนซ่อมเสริมเพื่อช่วยเหลือนักเรียนที่มีความสามารถต่ำให้บรรลุวัตถุประสงค์ทางการเรียนที่ตั้งไว้ได้

นักการศึกษาทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศหลายท่านได้ให้ความหมายของการสอนซ่อมเสริม หรือในภาษาอังกฤษว่า Remedial Teaching ไว้ดังนี้

Blishen (1970) ได้ให้ความหมายของการสอนซ่อมเสริมซึ่งสรุปได้ว่า การสอนซ่อมเสริมเป็นรูปแบบหนึ่งของการสอน ซึ่งจัดให้กับนักเรียนที่ประสบความล้มเหลวในการเรียนระดับหนึ่ง ๆ

Dechant (1971) ได้ให้ความหมายของการสอนซ่อมเสริมซึ่งสรุปได้ว่า การให้ผู้เรียนได้เรียนสิ่งที่ปัญหาในการเรียนครั้งแรกในห้องปกติ โดยครูผู้สอนจะต้องจัดผู้เรียนได้เรียนเป็น

กลุ่มย่อย ๆ ตามระดับความสามารถหรือจัดเป็นรายบุคคล เพื่อที่จะได้ให้ความสนใจแก่ผู้เรียน และได้ทราบความต้องการ ตลอดจนปัญหาทางการเรียน

Callahan (1971) ได้ให้ความหมายของการสอนซ่อมเสริมว่า การสอนซ่อมเสริม หมายถึง การเรียนการสอนที่จัดขึ้นพิเศษโดยมีจุดประสงค์เพื่อช่วยเหลือนักเรียนให้ผ่านพ้นอุปสรรคทางวิชาการ ซึ่งไม่ใช่สาเหตุมาจากข้อจำกัดของความสามารถทั่วไป

Good (1973) ได้ให้ความหมายของการสอนซ่อมเสริมว่า การสอนซ่อมเสริม หมายถึง การสอนที่จัดขึ้นเป็นพิเศษเพื่อให้นักเรียนมีประสิทธิภาพทางการเรียน

กรมวิชาการ (2533) ได้ให้ความหมายของการสอนซ่อมเสริมซึ่งสรุปได้ว่า การสอนซ่อมเสริม หมายถึง การสอนเป็นกรณีพิเศษ นอกเหนือไปจากการสอนโดยปกติ เพื่อแก้ไขส่วนบกพร่องที่พบในตัวนักเรียน

สารานุกรมศึกษาศาสตร์ (2539) ได้ให้ความหมายของการสอนซ่อมเสริมไว้ว่า การสอนซ่อมเสริม (Remedial Teaching) หมายถึง การสอนนักเรียนที่ยังพัฒนาด้านการเรียนยังไม่เต็มความสามารถในการเรียนปกติ โดยการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่จะมีผลต่อการเรียน จัดการเรียนรู้อันไม่ถูกวิธี ตลอดจนเสริมทักษะในการเรียนรู้ใหม่ การสอนซ่อมเสริมจะเน้นนักเรียนเป็นหลัก เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีเอกลักษณ์ของตน การที่ครูจะใช้วิธีสอนนักเรียนทุกคนให้เหมือนกันหมด ประหนึ่งว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ ความสามารถระดับเดียวกัน มีความรู้สึกนึกคิดไปในทำนองเดียวกัน ย่อมทำให้การสอนไม่บังเกิดผลดี ทำให้นักเรียนบางคนไม่สามารถพัฒนาไปได้ดีเท่าที่ควร เมื่อถูกละเลยนานเข้า ปัญหาต่าง ๆ ก็ทับทวีจนยากต่อการแก้ไข ด้วยเหตุนี้ การสอนซ่อมเสริมจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง

ปิยาพร ชาวสอาด (2541) กล่าวถึงการสอนซ่อมเสริมว่า การสอนซ่อมเสริมเป็นการสอนที่นอกเหนือจากการสอนตามปกติ มีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียนที่ยังไม่บรรลุวัตถุประสงค์ที่คาดหวังไว้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบรรลุจุดประสงค์ที่คาดหวังไว้ที่ดีที่สุด และเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนที่บรรลุวัตถุประสงค์แล้วสามารถเรียนรู้ตามความสามารถของตน

ยุภาดี ปณระราช (2541) กล่าวว่า การสอนซ่อมเสริม เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพิ่มเติม นอกเหนือจากการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ โดยอาศัยวิธีการสอนแบบใหม่ ประกอบกับการนำสื่อและนวัตกรรมต่าง ๆ เข้ามาช่วย เพื่อที่นักเรียนจะได้เข้าใจบทเรียนนั้น ๆ มากยิ่งขึ้นจนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และนักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มความสามารถ

สุดารัตน์ มนต์นิมิตร (2545) สรุปความหมายของการสอนซ่อมเสริมว่า การสอนซ่อมเสริม คือ การสอนเพิ่มเติมให้แก่แก่นักเรียนนอกเหนือจากการสอนตามปกติ โดยใช้วิธีการหรือรูปแบบการสอนแบบใหม่ เพื่อให้แก่นักเรียนได้พัฒนาความรู้อย่างเต็มความสามารถของแต่ละบุคคล โดยการปรับปรุงข้อด้อยและเสริมข้อเด่นของนักเรียน

ดังนั้นจึงสามารถสรุปความหมายของการสอนซ่อมเสริมได้ว่า การสอนซ่อมเสริม เป็นการสอนเพิ่มเติมเป็นกรณีพิเศษนอกเหนือจากการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียนที่ยังไม่บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ โดยใช้วิธีการหรือรูปแบบการสอนที่นอกเหนือไปจากการสอนแบบปกติ นำสื่อและนวัตกรรมต่าง ๆ มาประกอบการสอน เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่จะมีผลต่อการเรียน ขจัดการเรียนรู้ที่ไม่ถูกวิธี ตลอดจนเสริมทักษะในการเรียนรู้ใหม่ ให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาตนเองอย่างเต็มความสามารถ

1.2 สาเหตุที่ต้องมีการสอนซ่อมเสริม

ชบา คำชื่น (2532) ได้กล่าวถึงความจำเป็นที่ต้องจัดให้มีการสอนซ่อมเสริม ดังนี้

1. ด้านตัวผู้เรียน เนื่องจากนักเรียนมีความแตกต่างกันในด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้
 - 1.1 สติปัญญา ความสามารถในการเรียนรู้
 - 1.2 ความพร้อม ทั้งทางด้านร่างกาย อารมณ์ และสังคม
 - 1.3 ความถนัด เจตคติ ความซาบซึ้งในการเรียนรู้
 - 1.4 ความเอาใจใส่ ความมานะ อดทน ความสนใจ
 - 1.5 วิธีการเรียนรู้ การทำงาน เวลาที่ใช้ นิสัยในการเรียนรู้
 - 1.6 แรงจูงใจ
 - 1.7 สภาพแวดล้อม เศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรม

2. ด้านตัวผู้สอน

ความสามารถและความถนัดในการสอนของครูแตกต่างกัน วิธีการที่ครูใช้สอนไม่เหมาะสม การสอนในช่วงพักติครูไม่มีเวลาพอที่จะดูแลเอาใจใส่นักเรียนได้ทั่วถึงทุกคน เพราะแต่ละห้องมีนักเรียนที่ครูต้องรับผิดชอบมาก สื่อการสอนยังไม่ดีพอ รวมทั้งจุดประสงค์ต่าง ๆ ที่ตั้งไว้บางจุดประสงค์สูงเกินไป ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้นักเรียนแต่ละคนเรียนรู้ได้ไม่เท่ากัน และไม่สามารถบรรลุจุดประสงค์ของการเรียนได้ในเวลาเดียวกัน นักเรียนที่เรียนอ่อนจำเป็นต้องได้รับความช่วยเหลือ การจัดการสอนซ่อมเสริมเป็นวิธีการที่จะช่วยเหลือให้นักเรียนประสบความสำเร็จทางการเรียนได้

กรมวิชาการ (2537) กล่าวถึง สาเหตุที่ต้องจัดให้มีการสอนซ่อมเสริม ดังนี้

1. มีผู้สอนเป็นจำนวนมาก ไม่ทราบว่าจะสอนเนื้อหาที่มีอยู่ในบทเรียนอย่างไร หรือจะใช้วิธีสอนอย่างไร จึงจะทำให้นักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ เลือกใช้วิธีสอนไม่เหมาะสม
2. ในช่วงสอนปกติ ซึ่งนักเรียนในห้องเรียนหนึ่ง ๆ มีจำนวนมาก บางทีครูอาจมีปัญหาในการสอนนักเรียนได้ไม่ทั่วถึง หรือไม่มีเวลาที่จะดูแลรับผิดชอบนักเรียนได้อย่างครบถ้วน
3. เพื่อการสอนซ้ำในเรื่องที่สอนไม่ดีหรือยังไม่ได้สอนทั้งหมด

จะเห็นได้ว่า ความจำเป็นที่ต้องจัดให้มีการสอนซ่อมเสริมมีสาเหตุมาจากปัจจัย 2 ด้าน ได้แก่ ปัจจัยด้านผู้เรียน ซึ่งเกิดจากความแตกต่างทางด้านร่างกาย ความสนใจ และสภาพแวดล้อมของนักเรียนที่ส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้ และปัจจัยด้านผู้สอน ซึ่งเกิดจากความสามารถของครูผู้สอน และสภาพแวดล้อมที่เอื้อและมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ได้แก่ สื่อการสอน เวลาที่ใช้ในการสอน และการตั้งจุดประสงค์และเป้าหมายในการสอน เป็นต้น

1.3 จุดมุ่งหมายของการสอนซ่อมเสริม

ลือชา สร้อยพาน (2525) กล่าวถึง ความมุ่งหมายของการสอนซ่อมเสริมไว้ว่า

1. ช่วยให้นักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ต่ำ ให้มีพื้นฐานความรู้สูงขึ้นพอที่จะเรียนร่วมกับนักเรียนกลุ่มวิชาต่าง ๆ ได้ก่อนที่จะมีการเรียนการสอนในรายวิชานั้น ๆ
2. ช่วยให้นักเรียนที่เรียนช้า ให้มีความรู้ความเข้าใจทัดเทียมกับนักเรียนอื่น ๆ ในระหว่างที่มีการเรียนการสอน
3. เพื่อช่วยให้นักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมินผลการเรียนมีความรู้เพียงพอเพื่อให้สามารถสอบแก้ตัวผ่านในวิชาที่ต้องสอบแก้ตัว

4. เพื่อช่วยให้นักเรียนที่สามารถผ่านการประเมินผลรายวิชา แต่มีผลการเรียนอยู่ในระดับที่ยังไม่น่าพอใจให้มีความรู้ความสามารถดีขึ้น

5. เป็นการป้องกันหรือลดปัญหาที่จะเป็นผลต่อเนื่องติดตามมา คือ นักเรียนที่มีปัญหาการเรียน นักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมินผล หรือที่เรียกว่า "สอบตก" จะเป็นผู้ที่มีปัญหาด้านจิตใจและอารมณ์ เมื่อเกิดความวุ่น หรือไม่สบายใจ อับอาย หรือท้อใจ เนื่องจากไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนก็จะแสดงออกในทางอื่น เช่น หนีโรงเรียน ประพฤติตนไปในทางเสื่อมเสีย และในที่สุดออกจากโรงเรียน ซึ่งจะกลายเป็นปัญหาทางสังคมต่อไป

บุญทัน อยู่ชมบุญ (2529) ได้กล่าววัตถุประสงค์ของการสอนซ่อมเสริมไว้ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนเรียนทันเพื่อนในชั้น
2. เพื่อให้นักเรียนแข่งขันกับตัวเองจนสามารถเรียนดีขึ้นกว่าเดิม
3. เพื่อให้นักเรียนประสบความสำเร็จและเก่งยิ่งขึ้นจนถึงความสามารถของตน

ชบา คำชื่น (2532) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการสอนซ่อมเสริมไว้ดังนี้

1. เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ขณะจุดอ่อนของตนเอง
2. เพื่อให้ผู้เรียนแข่งขันกับตนเองจนสามารถเรียนรู้ได้ดีกว่าเดิม ประสบความสำเร็จมากขึ้น และก้าวไปถึงขีดความสามารถที่แท้จริงของตนเอง
3. เพื่อให้ผู้เรียนเรียนทันเพื่อนในชั้น

วาทีณี ชีระตระกูล (2534) ได้กล่าวโดยสรุปว่า การสอนซ่อมเสริมมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนช้าหรือบกพร่อง ให้มีความสามารถเท่าเทียมผู้อื่น

สุดารัตน์ มนต์นิมิตร (2545) สรุปจุดมุ่งหมายของการสอนซ่อมเสริมไว้ว่า การสอนซ่อมเสริมเป็นการช่วยเหลือนักเรียนให้เขาได้พัฒนาความสามารถทางการเรียนให้เต็มศักยภาพของเขา และมีจุดมุ่งหมายปลายทาง คือ ยกกระดับผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนให้ใกล้เคียงกับความสามารถของผู้เรียนให้มากที่สุด

จุดมุ่งหมายหลักของการสอนซ่อมเสริม คือ พยายามที่จะช่วยเหลือนักเรียนให้ได้มากที่สุด และให้นักเรียนที่แตกต่างกันได้ประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ตามอัตภาพของตนเอง การที่จะสอนซ่อมเสริมให้มีประสิทธิภาพ ต้องเป็นการสอนซ่อมเสริมที่ดำเนินการต่อจากการวินิจฉัย

เพราะจุดประสงค์ของการสอนซ่อมเสริมก็เพื่อจัดข้อบกพร่องของเด็กให้หมดไป จึงจำเป็นต้องวินิจฉัยเพื่อให้ทราบว่าข้อบกพร่องของเด็กอยู่ตรงไหน ยิ่งถ้าการวินิจฉัยทำละเอียดเป็นลำดับขั้นตอน ก็เท่ากับทำหน้าที่เป็นตัวชี้้นำในการสอนซ่อมเสริมไปในตัวด้วย

ดังนั้น การสอนซ่อมเสริมจึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถของตนเองอย่างเต็มความสามารถ และเป็นการกำจัดข้อบกพร่องภายในตัวเด็กทั้งในด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้สามารถเรียนรู้ได้เท่าทันเพื่อนในชั้นเรียนและบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

1.4 หลักการสอนซ่อมเสริม

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอหลักการสอนซ่อมเสริม เพื่อให้การสอนซ่อมเสริมดำเนินไปจนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ มีดังนี้

สุภากร ราชอาณาจักร (2521) ได้รวบรวมหลักการสอนซ่อมเสริมไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนจะต้องเรียนจากจุดและสภาพที่เขาเป็นอยู่ ได้เรียนตรงกับความบกพร่องเฉพาะอย่างของเขา แล้วขยายวงความสามารถออกไปจนเกิดความก้าวหน้าขึ้นตามลำดับ
2. การสอนซ่อมเสริมที่ประสบความสำเร็จ ครูต้องเปลี่ยนเทคนิค วิธีสอน กิจกรรม สื่อการสอน ฯลฯ จากที่ใช้สอนเด็กปกติเพื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียนให้มากที่สุด
3. ในขณะที่สอนซ่อมเสริม ครูจะต้องแก้ไขความคิดของเด็กที่เกี่ยวกับตน และเจตคติต่อการเรียนให้เป็นไปในทางบวก

กรมวิชาการ (2537) ได้เสนอหลักการสอนซ่อมเสริม สรุปได้ดังนี้

1. ครูต้องทราบจุดเด่นและจุดด้อยทางการรับรู้ของนักเรียนว่ามีด้านใด เพื่อที่จะได้ป้อนความรู้ให้เหมาะสมและตรงกับจุดเด่นและแก้ไขจุดด้อย
2. ในการสอนซ่อมเสริมแต่ละครั้งไม่ควรใช้เวลานานเกินไป อาจสอนในขณะที่เรียนรวมกับเพื่อน ๆ หรือนอกเวลาเรียนปกติ เช่น เวลาพักรับประทานอาหารกลางวันหรือหลังเลิกเรียน
3. ครูต้องให้การเสริมแรงเพื่อที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ อยากเรียนรู้โดยการสอน เพื่อที่จะให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่ให้เข้ากับระดับความสามารถของตนเอง
4. ครูควรใช้วิธีการสอนใหม่ ๆ ที่ไม่ซ้ำวิธีเดิมและควรใช้สื่อการสอนประกอบด้วย

5. ครูควรวางแผนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนเป็นรายบุคคล เพราะนักเรียนแต่ละคนย่อมมีปัญหาที่แตกต่างกัน และจัดกลุ่มแยกตามปัญหาที่คล้ายคลึงกันไว้ด้วย
6. ครูต้องติดตามผลพัฒนาการของนักเรียนหลังการสอนซ่อมเสริมแล้ว เพื่อปรับปรุงการสอนของตน และปรับปรุงการเรียนของนักเรียน
7. ครูควรให้ความรักความเมตตา และความเข้าใจนักเรียน มีอารมณ์แจ่มใส ไม่โกรธง่าย

จะเห็นได้ว่า หลักการสอนซ่อมเสริมแบ่งออกเป็น 2 หลักใหญ่ ๆ คือ หลักการที่เกี่ยวข้องกับด้านตัวนักเรียน และหลักการที่เกี่ยวข้องกับด้านครูผู้สอน โดยในด้านตัวนักเรียนนั้นจะต้องเรียนรู้ให้สอดคล้องและตรงกับความบกพร่องที่เขา มีอยู่ ส่วนในด้านครูผู้สอนจะต้องจัดประสบการณ์ให้ตรงกับความสนใจของนักเรียน หรืออาจกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและเปลี่ยนเจตคติที่มีต่อวิชาและต่อครูผู้สอนโดยอาศัยเทคนิค วิธีสอน หรือกิจกรรมที่แปลกใหม่ ประกอบกับการเสริมแรงเพื่อกระตุ้นเร้าความสนใจของนักเรียน โดยเป็นการกระทำด้วยความเมตตาที่มีต่อ นักเรียน

1.5 ประเภทของการสอนซ่อมเสริม

อัญชลี แจ่มเจริญ (2523) ได้แบ่งประเภทของการสอนซ่อมเสริมไว้ 2 ประเภท สรุปได้ดังนี้

1. การสอนซ่อมเสริมสำหรับนักเรียนที่เรียนอ่อนหรือเรียนไม่ทันเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อให้ นักเรียนเหล่านั้นสามารถเรียนได้ทันเพื่อนที่อยู่ในระดับชั้นเรียนเดียวกัน
2. การสอนซ่อมเสริม เป็นการสอนนักเรียนที่ฉลาดให้มีโอกาสใช้ความสามารถของตน อย่างเต็มที่ไปในแนวทางที่ถูกต้องและก่อให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

ศรียา นิยมธรรม และประภัสสร นิยมธรรม (2525) ได้แบ่งประเภทของการสอนซ่อมเสริมไว้ 4 ประเภท สรุปได้ดังนี้

1. การสอนเพื่อแก้ไข (Corrective Instruction) โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนสามารถเอาชนะความบกพร่องหรือยกระดับจากปานกลางให้สูงขึ้น การสอนในลักษณะนี้จัดกระทำในชั้นเรียนปกติ ผู้สอนอาจเป็นครูประจำชั้นหรือครูประจำวิชาก็ได้ หากนักเรียนทั้งชั้นหรือเรียนส่วนใหญ่เกิดความเข้าใจผิดในเรื่องบางอย่าง หรือเรียนอ่อนกว่าที่ควรจะเป็นในเรื่องบางวิชา ดังนั้นการสอนแบบนี้ต้องอาศัยการวิเคราะห์ปัญหาก่อนที่จะใช้เทคนิคการสอนเพื่อช่วยแก้ไข อาจต้องนำเอาเทคนิคการสอนเพื่อสร้างทักษะบางอย่างเป็นพิเศษมาประกอบด้วย

2. การสอนซ่อมเสริม (Remedial Instruction) เป็นบริการที่แยกจากชั้นเรียนปกติ เป็นการสอนเพื่อเสริมทักษะการเรียนรู้ใหม่ ๆ และ/หรือช่วยแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนที่ต้องการความช่วยเหลือพิเศษจากครู การสอนแบบนี้มักทำเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อย ๆ เช่น กลุ่มที่มีปัญหาทางเลขคณิต กลุ่มแก้ไขการพูด กลุ่มที่มีปัญหาทางการอ่าน เป็นต้น

3. การสอนโดยการปรับระดับ (Adapted Instruction) เป็นวิธีการสอนสำหรับนักเรียนที่เรียนช้ากว่าปกติ โดยที่ไม่ต้องการทั้งการสอนแก้ไขและการซ่อมเสริม การสอนลักษณะนี้ดำเนินไปในชั้นเรียนปกติ ใช้หลักสูตรร่วมกัน มีวิธีสอนทำนองเดียวกับการสอนซ่อม แต่ความคาดหวังในตัวนักเรียนย่อมแตกต่างกัน เพราะนักเรียนเหล่านี้จะเรียนได้ช้ากว่านักเรียนปกติ และมีขีดจำกัดความสามารถของการเรียนรู้ ดังนั้น เนื้อหาที่นำมาสอนตลอดจนวิธีการที่จะใช้สอนจะต้องปรับให้ใกล้เคียงกับความสามารถของนักเรียน

4. การสอนเร่ง (Accelerated Instruction) การสอนแบบนี้นิยมใช้กับนักเรียนฉลาด โดยเฉพาะนักเรียนฉลาดหรือนักเรียนที่มีสติปัญญาสูง แต่ไม่ได้ใช้สติปัญญาเต็มที่ ซึ่งอาจเนื่องมาจากการหลง หลีกเลียงการงาน และความร่วมมือจากกลุ่มสังคม ด้วยเหตุที่เป็นผู้มีความคิดแปลก ๆ ใหม่ ๆ และความคิดนั้นถูกมองข้าม ถูกกีดกัน หรือถูกหาว่าเป็นเรื่องไร้สาระ นักเรียนจึงเกิดความท้อแท้ และมีปัญหาในการปรับตัว เพราะไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับเพื่อนได้ทุกกลุ่ม จึงมักจะแยกไปเรียนร่วมกับนักเรียนที่เรียนเก่งก็ยังมีปัญหาด้านร่างกายและสังคมอยู่ การจัดการศึกษาให้กลุ่มนี้จึงต้องมีลักษณะพิเศษออกไป เช่น การสอนเสริมและการจัดชั้นเรียนหรือโรงเรียนพิเศษ

จึงสรุปได้ว่า การสอนซ่อมเสริมแบ่งเป็น 2 รูปแบบใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ

1. การสอนซ่อมเสริมสำหรับนักเรียนที่เรียนอ่อนหรือเรียนไม่ทันเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อให้ นักเรียนเหล่านั้นสามารถเรียนได้ทันเพื่อนที่อยู่ในระดับชั้นเรียนเดียวกัน ได้แก่ การสอนเพื่อแก้ไข (Corrective Instruction) , การสอนซ่อมเสริม (Remedial Instruction) และการสอนโดยการปรับระดับ (Adapted Instruction)

2. การสอนซ่อมเสริมสำหรับนักเรียนที่เรียนเก่ง ให้นักเรียนที่ฉลาดได้ใช้ความสามารถของตนอย่างเต็มที่ ได้แก่ การสอนเร่ง (Accelerated Instruction)

1.6 รูปแบบการสอนซ่อมเสริม

สุदारตน์ มนต์นิมิตร (2545) ได้สรุปรูปแบบการสอนซ่อมเสริมไว้ดังนี้

1. นักเรียนสอนกันเอง เป็นการให้นักเรียนเก่งหรือนักเรียนในระดับชั้นที่สูงกว่ามาสอนให้กับนักเรียนที่มีข้อบกพร่อง ซึ่งอาจเป็นการสอนรายบุคคลหรือกลุ่มย่อย วิธีนี้มีข้อดี คือ นักเรียนที่มีวัยใกล้เคียงกันและสนิทสนมกัน ใช้ภาษาเดียวกัน ทำให้ถ่ายทอดได้ง่าย อธิบายเข้าใจกว่าภาษาที่ครูใช้ ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ง่าย นักเรียนที่มีข้อบกพร่องจะกล้าพูดคุย หรือซักถาม ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่เป็นธรรมชาติ อีกทั้งยังทำให้นักเรียนที่ทำหน้าที่สอนสนใจการเรียนเพิ่มขึ้น
2. การสอนแบบตัวต่อตัวระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน นับเป็นวิธีการที่ดีที่สุด เพราะผู้สอนสามารถใกล้ชิด ทราบปัญหาของนักเรียน และแก้ไขข้อบกพร่องได้ตรงจุด โดยที่ผู้สอนสามารถเลือกใช้ถ้อยคำและวิธีการที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคนได้
3. การสอนเป็นกลุ่มย่อย เป็นวิธีที่จัดให้นักเรียนที่มีข้อบกพร่องเหมือน ๆ กันมาอยู่ในกลุ่มเดียวกัน และจัดการสอนซ่อมเสริมสลับหมุนเวียนไปที่ละกลุ่ม วิธีนี้มีข้อดี คือ นักเรียนจะช่วยกันแก้ปัญหา ทำความเข้าใจบทเรียนซึ่งกันและกัน ร่วมมือซึ่งกันและกัน ทำให้ไม่มีใครรู้สึกมีปมเด่นหรือปมด้อย ทำให้ผู้เรียนมีความตั้งใจและมีกำลังใจในการเรียน
4. การสอนรวมทั้งห้อง เป็นการสอนเนื้อหาเดิมอีกครั้ง เมื่อครูผู้สอนตรวจสอบแล้วพบว่านักเรียนยังไม่เข้าใจ หรือยังไม่สามารถสรุปความคิดรวบยอดหรือหลักการของเรื่องที่สอนได้
5. การสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป ใช้ในกรณีที่พบว่านักเรียนมีปัญหาในการเรียนบางเรื่อง โดยให้นักเรียนได้เรียนซ่อมเสริมด้วยตนเอง โดยนักเรียนแต่ละคนจะต้องอ่าน ทำแบบฝึกหัด และตรวจคำตอบของตนเองในบทเรียนสำเร็จรูป วิธีนี้มีข้อจำกัด คือ ไม่สามารถนำไปใช้กับนักเรียนที่อ่อนทางภาษา อ่านไม่ออก เขียนไม่ได้
6. การใช้สมุดแบบฝึกหัดเรียนด้วยตนเอง มีลักษณะคล้ายกับบทเรียนสำเร็จรูป เพราะเริ่มต้นด้วยการให้บทเรียนแล้วให้แบบฝึกหัด และเฉลยคำตอบ ที่ต่างกันคือ สมุดแบบฝึกหัดด้วยตนเองมีแบบฝึกหัดมากกว่าบทเรียนสำเร็จรูป เพราะมุ่งให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดเป็นการฝึกทักษะให้มากยิ่งขึ้น
7. การใช้เครื่องมือโสตทัศนูปกรณ์และการใช้เกม เป็นการให้ประสบการณ์ในรูปนามธรรม โดยอาจศึกษาจากของจริง รูปภาพ กราฟ เสียง หรือการลงมือทำ เช่น การทดลอง การสาธิต การปฏิบัติการ การเล่นเกม เป็นต้น
8. ให้ทำกิจกรรมเพิ่มเติม ใช้ในกรณีที่นักเรียนมีความเข้าใจแล้วแต่สมควร ได้รับการฝึกทักษะเพิ่มขึ้นอีก ผู้สอนอาจใช้วิธีการมอบหมายงานให้ทำ เช่น ให้ทำแบบฝึกหัดที่มีระดับความยากง่ายใกล้เคียงกันเพิ่มขึ้น โดยจะให้ทำที่โรงเรียนหรือจะให้ทำที่บ้านก็ได้แล้วแต่ความเหมาะสม

9. การเฉลยข้อสอบ เมื่อครูผู้สอนได้วิเคราะห์ผลการสอบแล้วเห็นว่าประเด็นใดที่นักเรียนมีข้อบกพร่องอยู่มาก ก็ควรเฉลยแล้วเน้นในส่วนนั้นมากกว่าส่วนอื่น รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนที่อ่อนได้ซักถาม หรือตอบคำถามเพื่อแก้ไขสิ่งที่ยังไม่ถูกต้อง เพื่อกำจัดข้อบกพร่องให้หมดไป

10. การผสมผสานหลาย ๆ รูปแบบ เป็นการนำรูปแบบการสอนซ่อมเสริมหลาย ๆ รูปแบบมาใช้ร่วมกัน ตามความจำเป็นและความเหมาะสมของนักเรียนแต่ละคน แต่ละกลุ่ม และแต่ละระดับ เพราะในบางครั้งวิธีซ่อมเสริมวิธีใดวิธีหนึ่งอาจไม่เพียงพอ ก็ควรเลือกใช้วิธีอื่น ๆ เข้ามาเสริม เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มากที่สุด

จะเห็นได้ว่าการสอนซ่อมเสริมสามารถทำได้หลายรูปแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพร้อมของผู้สอนและสถานศึกษาในการที่จะเอื้ออำนวยในด้านวัสดุอุปกรณ์และสื่อบุคคลวัสดุประกอบการเรียนการสอน แต่สิ่งสำคัญที่ครูผู้สอนไม่ควรลืมในการจัดรูปแบบสำหรับการสอนซ่อมเสริม คือ การสอนซ่อมเสริมจะต้องมีรูปแบบที่แปลกใหม่และแตกต่างจากการสอนปกติในชั้นเรียน และจะต้องตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียน เพื่อดึงดูดใจให้ผู้เรียนสนใจในการเรียนซ่อมเสริมให้ได้มากที่สุด

1.7 ประโยชน์ของการสอนซ่อมเสริม

Kochevar (1975) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนซ่อมเสริมซึ่งสรุปได้ว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนเพื่อช่วยเหลือนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้ ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนจะต้องสนองตอบความแตกต่างระหว่างบุคคล

พันทิพา อุทัยสุข (2523) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนซ่อมเสริม สรุปได้ดังนี้

1. ทำให้นักเรียนอ่อนเรียนทันเพื่อนทั้งชั้น
2. ทำให้นักเรียนทั้งหมดเรียนดีขึ้นกว่าเดิมเมื่อแข่งกับตัวเอง
3. ทำให้นักเรียนที่เรียนเก่งอยู่แล้วสามารถเรียนได้ดีที่สุด ตามความสามารถของเขาเอง

จะเห็นได้ว่าประโยชน์หลักของการสอนซ่อมเสริม มีทั้งประโยชน์ที่เกิดกับนักเรียนที่เรียนอ่อน คือ ทำให้นักเรียนที่เรียนอ่อนหรือเรียนไม่ทันเพื่อน ได้พัฒนาตนเองให้ดีขึ้นและสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ ในขณะที่เดียวกันการสอนซ่อมเสริมแก่นักเรียนที่เก่งอยู่แล้ว ก็จะทำให้พัฒนาความสามารถของเขาได้อย่างเต็มที่อีกด้วย

1.8 ปัจจัยที่ทำให้การสอนซ่อมเสริมประสบความสำเร็จ

กรมวิชาการ (2537) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่จะทำให้การสอนซ่อมเสริมประสบความสำเร็จว่า มีความจำเป็นที่จะต้องได้รับความร่วมมือของหลาย ๆ ฝ่าย ได้แก่

1. ด้านผู้บริหาร

1.1 ผู้บริหารควรให้ความสำคัญของการสอนซ่อมเสริม ด้วยการส่งเสริมให้มีการจัดสอนอย่างเป็นกิจลักษณะ และบังเกิดผลตามที่หลักสูตรกำหนด

1.2 ควรเพิ่มพูนความรู้เกี่ยวกับหลักการ เทคนิค และวิธีสอนซ่อมเสริมให้แก่ครู โดยอาจจัดส่งไปอบรม เมื่อมีหน่วยงานราชการจัดขึ้น หรือจัดประชุมสัมมนาภายในกลุ่มโรงเรียน โดยเฉพาะภายในโรงเรียนด้วยการเชิญวิทยากรมาให้ความรู้ หรือระดมพลังความคิดร่วมกันอภิปราย

1.3 ควรจัดรูปแบบการสอนซ่อมเสริมให้สัมพันธ์กับแผนการสอน

1.4 ผู้บริหารควรเอาใจใส่ ให้กำลังใจแก่ครูผู้สอนซ่อมเสริม

1.5 ผู้บริหารควรให้การสนับสนุนในด้านงบประมาณ อุปกรณ์การสอน เป็นต้น

1.6 ผู้บริหารควรมีการติดตามผลการสอนซ่อมเสริมอย่างใกล้ชิดและสม่ำเสมอ เมื่อพบอุปสรรคต่อการเรียนของนักเรียน ให้ดำเนินการช่วยเหลือแก้ไขทันที

1.7 ต้องมีการประชาสัมพันธ์ให้ผู้ปกครอง ครู และนักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการเรียนซ่อมเสริม เพื่อทุกฝ่ายจะได้ร่วมมือกันแก้ไขอย่างจริงจัง ในอันที่จะทำให้การสอนซ่อมเสริมบรรลุผลตามจุดหมาย

2. ด้านผู้สอน

2.1 ครูควรตระหนักถึงความสำคัญของการสอนซ่อมเสริม และร่วมมือกันอย่างจริงจังที่จะจัดสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียน

2.2 ควรศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับการจัดสอนซ่อมเสริมตามแนวทางของหลักสูตร

2.3 ควรเอาใจใส่และติดตามผลการเรียนของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ เมื่อพบว่านักเรียนมีปัญหาอันเป็นอุปสรรคต่อการเรียน ครูต้องศึกษา วินิจฉัยสาเหตุและรีบแก้ไขทันที ในขณะที่เดียวกันสำหรับนักเรียนที่ไม่มีปัญหา ครูควรเสริมให้นักเรียนมีความสามารถยิ่ง ๆ ขึ้นไป

2.4 ควรเปลี่ยนแปลงวิธีสอนและใช้วิธีสอนหลาย ๆ วิธี ให้แตกต่างกันไปตามความสามารถของนักเรียน

2.5 ควรใช้อุปกรณ์การสอนให้เหมาะสมกับบทเรียน เพื่อสร้างความสนใจให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนยิ่งขึ้น

2.6 ครูควรมีความเสียสละตั้งใจจริง และมีทัศนคติที่ดีที่จะทำการสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียน

การสอนซ่อมเสริมจะประสบความสำเร็จได้นั้น จำเป็นต้องได้รับความร่วมมือทั้งจากฝ่ายผู้บริหารและฝ่ายครูผู้สอนร่วมกัน โดยฝ่ายผู้บริหารนั้นจำเป็นต้องให้การสนับสนุนทั้งในด้านความรู้งบประมาณ และกำลังใจ ในขณะที่เดียวกันครูผู้สอนก็ต้องมีความเอาใจใส่ และพยายามจัดเตรียมและดำเนินการสอนให้ดีที่สุดด้วย เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีที่สุดแก่ตัวนักเรียน

2. การสอนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์

2.1 คอมพิวเตอร์และบทบาทในวงการศึกษา

ไพโรจน์ ตีรณธนากุล (2528 อ้างถึงใน วิชชุลาวัฒน์ พิทักษ์ผล, 2530) กล่าวถึงการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้งานในโรงเรียน ซึ่งอาจจำแนกเป็นข้อย่อย ๆ ได้ดังนี้ คือ

1. ใช้ศึกษาวิทยาการทางคอมพิวเตอร์ เรียนรู้ทฤษฎีการทำงานและการใช้งาน โดยการใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อรับรู้ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ทั้งในด้านการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ ศัพท์ทางคอมพิวเตอร์ ภาษาคอมพิวเตอร์ การป้องกันโปรแกรม การอ่านผลจากคอมพิวเตอร์ เพื่อเข้าใจและสามารถอยู่ในสังคมที่ประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีผลกระทบต่อกิจการต่าง ๆ ตลอดจนเศรษฐกิจส่วนตัวและประเทศชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. ใช้เสริมความสามารถในการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ โดยนักเรียนสามารถสร้างเสริมความรู้และทักษะจนสามารถทำงานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ได้
3. ใช้คอมพิวเตอร์ในห้องปฏิบัติการ จำลองสถานการณ์เพื่อช่วยในการเรียนคณิตศาสตร์ สังคมศาสตร์ และวิทยาศาสตร์
4. ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการแก้ปัญหาหรือทำโจทย์ในวิชาต่าง ๆ เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศาสตร์ สามารถฝึกความรู้และทดสอบความรู้จากโจทย์แบบฝึกหัดและเฉลยคำตอบจำนวนมากที่คอมพิวเตอร์เก็บไว้
5. ใช้คอมพิวเตอร์เสริมสร้างศิลปะและดนตรี โดยอาศัยโปรแกรมกราฟิก สร้างสรรค์รูปภาพและเพลงให้นักเรียนฝึกและทดลอง ทำให้เกิดสนิยม ทัศนคติที่ดีต่อศิลปะและดนตรี นอกจากนี้ยังอาจใช้เกมคอมพิวเตอร์สร้างการคิดแบบตรรกะได้

6. ใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์เสริมสำหรับการศึกษาด้วยตนเอง หรือปรับปรุงการเรียน
ของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยใช้ชุดการสอนสำเร็จรูปบนคอมพิวเตอร์
7. ใช้คอมพิวเตอร์บริหารการสอน เก็บข้อมูลรายละเอียดและผลการเรียนของนักเรียน
ทำให้ครูสามารถติดตามนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ รวมทั้งสามารถนำมาช่วยในการเลือกและจัด
อันดับเนื้อหาวิชาและเลือกยุทธวิธีสอน
8. ใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานข้อมูลสำหรับงานบริหาร งานทะเบียน งานบัญชีของโรงเรียน
และเป็นอุปกรณ์สาธิตงานบัญชีและงานสำนักงานแก่นักเรียน

จะเห็นได้ว่าบทบาทของคอมพิวเตอร์ในวงการศึกษามีทั้งในด้านการบริหารงาน การใช้
คอมพิวเตอร์เพื่อการพัฒนาการเรียนของครูผู้สอน และการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อพัฒนาตนเองเป็น
รายบุคคลของนักเรียน ซึ่งบทบาทในด้านที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนไม่ว่าครูจะเป็นผู้
จัดหรือนักเรียนเป็นผู้เรียนเองก็ตาม คอมพิวเตอร์สามารถจัดการเรียนรู้ได้หลายกลุ่มสาระการ
เรียนรู้ โดยการนำคอมพิวเตอร์มาใช้นั้น นอกจากจะช่วยเพิ่มพูนด้านความรู้แล้ว ยังสร้างเจตคติ
และทัศนคติที่ดีให้แก่ผู้เรียนด้วย

2.2 คอมพิวเตอร์กับการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์

การสอนซ่อมเสริม เป็นการสอนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องเป็นรายบุคคล เพื่อให้ นักเรียนที่มี
ความบกพร่องนั้น สามารถบรรลุจุดประสงค์ของการเรียนการสอนได้ นอกจากนี้จุดประสงค์ของ
หลักสูตรในการจัดชั่วโมงซ่อมเสริม คือ ต้องการให้นักเรียนได้ใช้ชั่วโมงซ่อมเสริมเป็นเวลาเพิ่ม
พิเศษสำหรับการเรียนวิชาใดวิชาหนึ่งที่ยังไม่เข้าใจ (วิชชุลาวัฒน์ พิทักษ์ผล, 2530) ทั้งนี้การใช้
บทเรียนสำเร็จรูปก็เป็นอีกวิธีการหนึ่ง เพราะนักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง และกำหนดเวลา
ช้าหรือเร็วในการเรียนขึ้นอยู่กับความสามารถของนักเรียน แต่บทเรียนสำเร็จรูปก็อาจไม่สามารถ
สร้างสถานการณ์ที่สร้างความสนใจนักเรียนที่เรียนอ่อนได้ เนื่องจากมีรูปร่างเหมือนตำราเรียน และ
หากนักเรียนไม่ซื่อสัตย์ต่อตนเองก็อาจเปิดดูคำตอบก่อน ทำให้การใช้บทเรียนสำเร็จรูปอาจไม่
ได้ผล

การนำบทเรียนสำเร็จรูปมาอยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์แล้วนำมาใช้ในการสอน
ซ่อมเสริม ถือเป็น การแก้ปัญหาการเปิดดูคำตอบของนักเรียนได้ และน่าจะได้ผลดีกว่าการใช้
บทเรียนสำเร็จรูปแบบปกติ ดังที่ อัมพล สงวนศิริธรรม (2528) กล่าวถึงการใช้คอมพิวเตอร์กับการ
สอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ไว้ว่า

1. เป็นสื่อการสอนชนิดใหม่ ที่นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง เป็นอิสระต่อคนอื่น โดยอาศัยคำแนะนำจากครูเพียงเล็กน้อยเท่านั้น
2. การแสดงเนื้อหาบทเรียนทำได้น่าสนใจกว่า การสร้างภาพประกอบสามารถทำได้ซ้ำ ๆ ทำให้รู้สึกว่าการเคลื่อนไหว อาจมีเสียงประกอบเร้าให้เกิดความสนใจได้มาก
3. นักเรียนต้องตอบคำถามด้วยตนเอง ไม่สามารถดูคำตอบล่วงหน้าได้ ทำให้ป้องกันความไม่ซื่อสัตย์ต่อตนเองได้
4. ถ้าตอบคำถามถูก จะได้รับคำชมเชยทุกครั้งด้วยวิธีการที่ต่าง ๆ กัน ทั้งภาพและเสียง หรือถ้าตอบผิดจะมีข้อความให้กำลังใจ ให้เกิดความมานะเพื่อแก้ไขตัวเองอีกครั้ง
5. การใช้คอมพิวเตอร์ทำให้นักเรียนคิดว่าเขากำลังเล่น แต่ครูรู้ว่าเขากำลังเรียนซ่อมเสริม
6. คอมพิวเตอร์ไม่เคยบ่น หรือว่ากล่าวตักเตือนด้วยถ้อยคำที่อาจทำให้เกิดความท้อถอย หรือหมดกำลังใจ เมื่อนักเรียนตอบผิดหลาย ๆ ครั้งอาจจะแสดงเนื้อหาบทเรียนเดิมให้ศึกษาอีกครั้งจึงกลับมาให้ทำแบบฝึกหัดใหม่

ดังนั้นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์จึงถือว่าเป็นเรื่องที่น่าสนใจ เนื่องจากคอมพิวเตอร์สามารถแปลงความเป็นนามธรรมของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์มาอยู่ในรูปกราฟิกทั้งภาพและเสียงซึ่งทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนจะเป็นการดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดีอีกด้วย การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสอนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์จึงถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถได้อย่างเต็มศักยภาพ

3. ทฤษฎีซ่อมแซม

3.1 ความเป็นมาของทฤษฎีซ่อมแซม

ประมาณปี ค.ศ.1979 – 1980 นักคณิตศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ชาวอเมริกัน 2 ท่าน คือ Kurt Vanlehn และ John Seely Brown ร่วมกันทำการวิจัยเกี่ยวกับกลไกการคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในวิชาพีชคณิต เรื่อง การบวกและลบ จำนวนเต็มบวกตั้งแต่ 2 หลักขึ้นไป จากการวิจัยครั้งนี้พบว่าการคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์มีลักษณะคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ กล่าวคือ ถ้านักเรียนคนใดมีความคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์เป็นอย่างไร ก็จะต้องแสดงออกถึงลักษณะเช่นนั้นอย่างเป็นระบบ โดยสามารถสังเกตความคลาดเคลื่อนนั้นได้จากคำตอบที่นักเรียนตอบจากปัญหาที่ครูตั้งขึ้นมา และมีอยู่น้อยมากที่ความคลาดเคลื่อน

ของมโนทัศน์นั้นจะเกิดขึ้นแบบไม่มีระบบ จึงต้องมีการดำเนินการเพื่อแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนี้ เรียกรดำเนินการเพื่อแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนว่าการซ่อมแซม หรือ Repair ซึ่งนำมาสู่ทฤษฎีซ่อมแซม หรือ Repair Theory

Brown และ Vanlehn (1980) ได้อธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีซ่อมแซม (Repair Theory) ไว้ว่า ทฤษฎีซ่อมแซม เป็นทฤษฎีที่อธิบายว่ามนุษย์เรียนรู้ทักษะกระบวนการหรือมโนทัศน์ที่จะใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างไร โดยมีความพยายามที่จะแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้นประกอบด้วย ทฤษฎีนี้อธิบายเกี่ยวกับกระบวนการสร้างมโนทัศน์ของผู้เรียนแต่ละบุคคลว่า มโนทัศน์ของแต่ละบุคคลเกิดจากกระบวนการคิดที่แตกต่างกัน ซึ่งส่งผลให้มโนทัศน์ที่สร้างขึ้นได้ในเรื่องเดียวกันหรือสิ่งเดียวกันมีความแตกต่างกัน ในความแตกต่างกันของมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นนี้จึงมีทั้งมโนทัศน์ที่ถูกต้องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน แต่ความคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นมานั้นมีลักษณะที่เป็นระบบ เรียกมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบนี้ว่า Bugs โดยในการเรียนการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เพียง 1 เรื่อง อาจเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ หรือ Bugs ได้หลายรูปแบบ

การดำเนินการซ่อมแซม หรือ Repair มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนตั้งอยู่บนพื้นฐานที่ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางประการของนักเรียนอาจนำไปใช้แก้ปัญหาในระดับง่ายได้ แต่เมื่อปัญหาที่ถูกกำหนดขึ้นมีความยากขึ้น มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่ผู้เรียนมีอยู่นั้นจะไม่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ เมื่อผู้เรียนไม่ประสบความสำเร็จในการดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาที่กำหนดให้แล้ว จะเกิดความพยายามปรับกระบวนการหาคำตอบหรือพยายามปรับมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาใหม่นั้นได้ เรียกกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่ผู้เรียนมีอยู่เดิมไปสู่มโนทัศน์ที่ถูกต้องที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องว่า Bug Migration

จะเห็นได้ว่าตามทฤษฎีซ่อมแซมนั้น Bugs จะเข้ามาเกี่ยวข้องใน 2 ส่วนด้วยกัน คือ ในส่วนแรกที่ผู้เรียนสร้างมโนทัศน์ขึ้นมาเองในขั้นแรก โดยมโนทัศน์นั้นสามารถนำมาแก้ปัญหาในระดับง่ายได้ แต่เมื่อได้รับปัญหาที่ยากยิ่งขึ้นแล้ว จะไม่สามารถนำมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมมาใช้แก้ปัญหานั้นให้ได้รับคำตอบที่ถูกต้องได้ เนื่องจากมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือ Bugs นั้นเอง และในส่วนที่ 2 คือ เมื่อผู้เรียนเกิดความพยายามที่จะปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาหรือปรับมโนทัศน์ที่ตนเองมีอยู่ให้สามารถแก้ปัญหาใหม่ที่ได้รับให้ได้คำตอบ โดยเรียก

กระบวนการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์นี้ว่าการซ่อมแซม หรือ Repair และเมื่อผู้เรียนสามารถเปลี่ยนจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมาเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องนั้น จะเรียกกระบวนการนี้ว่า Bug Migration

ดังนั้นสามารถสรุปหลักการสำคัญของทฤษฎีซ่อมแซมได้เป็น 2 ข้อ คือ

1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หรือ Bugs ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน เป็นการคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ สามารถระบุและตรวจสอบได้โดยพิจารณาจากคำตอบของปัญหาที่ผู้เรียนแสดงออกมา
2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้ โดยอาศัยปัญหาหรือแบบฝึกหัดที่มีความยากมากยิ่งขึ้น ที่ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถใช้มโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมมาแก้ปัญหาได้ จึงจำเป็นต้องปรับกระบวนการและมโนทัศน์ที่มีอยู่ไปสู่มโนทัศน์ที่ถูกต้องให้สามารถแก้ปัญหาได้

ในปัจจุบันนี้การนำทฤษฎีซ่อมแซมมาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มีการนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาช่วยในขั้นตอนการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ของผู้เรียน หรือขั้นการซ่อมแซม (Repair) โดย Vanlehn ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ คือ Intelligent Tutoring Systems หรือ ITS ขึ้นมาเพื่อใช้ในกระบวนการจัดการเรียนการสอนและการปรับมโนทัศน์ของผู้เรียน โดยในช่วงเริ่มต้นของโปรแกรมนี้ เนื้อหาของโปรแกรมมีเพียง เรื่อง การลบจำนวนเต็มตั้งแต่ 2 หลักขึ้นไป ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยเริ่มแรกของ Brown และ Vanlehn เท่านั้น แต่เมื่อมีผู้นำความรู้ของทฤษฎีซ่อมแซมไปใช้อย่างแพร่หลายมากยิ่งขึ้นในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Intelligent Tutoring Systems หรือ ITS จึงถูกพัฒนาไปสู่เนื้อหาคณิตศาสตร์ต่าง ๆ เช่น เนื้อหาทางพีชคณิต เรื่อง การคูณและการหารเลขยกกำลัง ในรูปโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ชื่อ EasyMath เป็นต้น

3.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม

Vanlehn และ Brown (1980) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม เพื่อแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน โดยแบ่งเป็น 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการนำเสนอโมโนทัศน์ในขั้นต้น ในขั้นนี้ผู้สอนจะทำการสอนมโนทัศน์ในกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนตามปกติ สำหรับการเรียนการสอนนี้ผู้เรียนจะสามารถสร้างมโนทัศน์สำหรับการแก้ปัญหาโจทย์นั้น ๆ ได้ แต่มโนทัศน์ที่สร้างขึ้นได้นี้อาจจะเป็นมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้องทั้งหมด ซึ่งจะเป็นปัญหาสำหรับการแก้ปัญหาในขั้นที่สูงขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นการหาข้อผิดพลาดของมโนทัศน์ที่ผู้เรียนสร้างขึ้น ในขั้นนี้ผู้สอนต้องให้ปัญหาในขั้นที่สูงขึ้นให้แก่ผู้เรียนได้แก้ปัญหา โดยโจทย์นั้นจะต้องครอบคลุมทุก ๆ ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ในมโนทัศน์นั้น ๆ ของผู้เรียนและมีจำนวนมากพอที่จะทำให้ครูสามารถพิจารณาว่าที่นักเรียนตอบปัญหาได้ไม่ถูกต้องนั้นเกิดจากความผิดพลาดในมโนทัศน์ใด และจะสามารถนำข้อผิดพลาดของนักเรียนมาพิจารณาได้ว่าข้อผิดพลาดของนักเรียนอยู่ในส่วนใดของมโนทัศน์ที่ครูต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นการแก้ไข (Repair) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เป็นผลมาจากข้อผิดพลาดของนักเรียนที่ครูพบในขั้นที่ 2 ในขั้นของการแก้ไขนี้จะต้องมีการชี้แจงว่าข้อที่นักเรียนทำผิดนั้น เกิดจากสาเหตุใด (กระบวนการหาคำตอบที่นักเรียนใช้เป็นอย่างไรจึงทำให้ได้คำตอบเช่นนี้) และที่ถูกต้องจะต้องคิดเช่นไรจึงจะได้คำตอบ โดยปัญหาที่ใช้สำหรับการแก้ปัญานั้นจะต้องมีจำนวนมากพอที่จะทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ โดยหลักสำคัญของการให้ผลป้อนกลับของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและการแก้ไขมโนทัศน์นั้น จะต้องทำโดยทันทีหรือทำโดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน สำหรับนักเรียนที่ได้รับการแก้ไขมโนทัศน์แล้วจะต้องได้รับการทดสอบเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้น ๆ ซ้ำอีกครั้งหนึ่ง เพื่อตรวจสอบว่าการแก้ไขมโนทัศน์นั้นเสร็จสมบูรณ์แล้ว (นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องแล้ว) และจะต้องให้ผลป้อนกลับแก่นักเรียนด้วย

4. มโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มโนทัศน์ ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า Concept ในภาษาไทยอาจเรียกว่า มโนคติ มโนคติ มโนภาพ ความคิดรวบยอด เป็นต้น แต่มีความหมายเดียวกัน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า "มโนทัศน์" (Concept) ซึ่งมีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของคำว่ามโนทัศน์ไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

Bruner (1956) กล่าวถึงมโนทัศน์ว่าเป็นการจัดประเภทของสิ่งของ การกระทำ หรือความคิด ซึ่งได้มาจากการจัดสิ่งเหล่านั้นให้เป็นหมวดหมู่ โดยอาศัยคุณลักษณะ (Attributes) เป็นเกณฑ์

De Cecco (1968) ได้อธิบายลักษณะสำคัญของมโนทัศน์ว่า มโนทัศน์ คือ กลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณลักษณะต่าง ๆ ร่วมกัน สิ่งเร้าเหล่านี้อาจเป็นสิ่งของ เหตุการณ์ หรือบุคคลต่าง ๆ ซึ่งเรากำหนดด้วยการเรียกชื่อ

Klausmeier (1971) ให้แนวคิดที่ว่า มโนทัศน์จะบอกให้เราทราบถึงคุณลักษณะ (Attributes) ของสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ เหตุการณ์ หรือกระบวนการ ซึ่งทำให้เราสามารถแยกสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นออกจากสิ่งอื่น ๆ ได้ และในขณะเดียวกันก็สามารถเชื่อมโยงเข้ากับกลุ่มสิ่งของประเภทเดียวกันได้

Good (1973) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับมโนทัศน์ไว้ใน Dictionary of Education คือ

1. ความคิดหรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบ หรือลักษณะร่วมที่สามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มเป็นพวกได้
2. สัญลักษณ์เชิงความคิดทั่วไป หรือเชิงนามธรรม เกี่ยวกับสถานการณ์ กิจกรรม หรือวัตถุ
3. ความรู้สึกนึกคิด ความเห็น ความคิด หรือภาพความคิด

ชัยพร วิชชาวุธ (2521) ให้ความหมายว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับประเภทสิ่งของต่าง ๆ ตามความเข้าใจของแต่ละคน มโนทัศน์แบ่งเป็น

1. มโนทัศน์รูปธรรม เป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งของหรือการกระทำที่สังเกตได้ชัดเจนและมีหลักการจัดประเภทอย่างชัดเจน เช่น โต๊ะ หน้าต่าง ๆ น้ำ ครูใหญ่ ตัดหญ้า เล่นฟุตบอล เป็นต้น
2. มโนทัศน์นามธรรม เป็นมโนทัศน์ที่ต้องอาศัยการคิดและการจินตนาการ เช่น อนุภาค ของอะตอม พลังงาน นิพพาน ความกตัญญู ความเกรงใจ ความเสมอภาค เป็นต้น

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2534) ให้ความเห็นเกี่ยวกับมโนทัศน์ว่า มโนทัศน์ เป็นข้อสรุปจากการรับรู้ที่มีต่อสิ่งเร้าที่มีคุณลักษณะร่วมกันอยู่ เป็นการรวบรวมสิ่งที่คล้ายกันมารวมกันเป็นรูปแบบเดียวกัน เช่น หนังสือ จะรวมพจนานุกรมจนถึงหนังสือการ์ตูน เป็นต้น

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2540) กล่าวว่า มโนทัศน์ คือ การจัดลักษณะที่เหมือนกันจากประสบการณ์หรือสิ่งของเข้าด้วยกันอย่างมีระเบียบ ทำให้เกิดความคิดหรือประสบการณ์ มโนทัศน์เป็นความเข้าใจขั้นสุดท้ายที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งในช่วงเวลาหนึ่ง มโนทัศน์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อผู้เรียนมีประสบการณ์มากขึ้นหรือมีวุฒิภาวะเพิ่มขึ้น

ดังนั้นจึงสามารถสรุปความหมายของคำว่า มโนทัศน์ หรือ Concept ได้ว่า คือ ความคิด ความเข้าใจซึ่งเป็นข้อสรุปของบุคคลหนึ่งเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เพื่อใช้จำแนก เรื่องนั้นหรือสิ่งนั้นออกจากสิ่งอื่น ๆ โดยข้อสรุปนั้นได้มาจากความรู้หรือการสังเกตหรือประสบการณ์ ของแต่ละบุคคลนั้น และมโนทัศน์ของแต่ละบุคคลสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อบุคคลนั้นได้รับความรู้ หรือประสบการณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ

4.2 ประเภทของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

De Cecco (1968) อ้างถึงใน ธีรนาถ ธงงาม (2548) ได้แบ่งมโนทัศน์ออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. มโนทัศน์ชนิดเชื่อมโยงลักษณะ (Conjunctive Concept) คือ มโนทัศน์ที่เกิดจาก ลักษณะเฉพาะตั้งแต่ 2 ลักษณะขึ้นไป เป็นมโนทัศน์ที่เรียนได้ง่าย
2. มโนทัศน์ชนิดแยกแยะ (Disjunctive Concept) คือ มโนทัศน์ที่ใช้ได้ตั้งแต่ 2 ความหมาย ขึ้นไป จะหมายถึงอะไรขึ้นอยู่กับ การตัดสินใจของผู้เลือก เป็นมโนทัศน์ที่ยากกว่ามโนทัศน์แรก
3. มโนทัศน์ชนิดสัมพันธ์ (Relative Concept) คือ มโนทัศน์ที่เกิดจากความสัมพันธ์กัน ระหว่างลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ เป็นมโนทัศน์ที่ยากในการที่จะเรียนรู้

กมลรัตน์ หล้าสุวรรณ (2528) ได้จำแนกมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. มโนทัศน์ชนิดเชื่อมโยง (Conjunctive Concept) หมายถึง การจัดประเภทของสิ่ง ต่าง ๆ โดยใช้กฎเกณฑ์บางอย่างร่วมกัน มักเชื่อมโยงด้วยคำว่า “และ”
2. มโนทัศน์ชนิดแยกแยะ (Disjunctive Concept) หมายถึง การจัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้กฎเกณฑ์บางอย่างเพื่อแยกแยะกันออกไปตามความแตกต่างที่ปรากฏ มโนทัศน์ชนิดนี้มัก ใช้คำว่า “หรือ” เข้าไปเกี่ยวข้องกับ การจัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ นั้นด้วย

ประยูร อาษานาม (2537) ได้แยกมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เกี่ยวกับคุณสมบัติ (Qualitative Concept) เป็นการจำแนกสิ่งต่าง ๆ ตาม ขนาด รูปร่าง และสี โดยคนเราสามารถรับรู้และสัมผัสได้
2. มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับปริมาณ (Quantitative Concept) เป็นเรื่องของนามธรรม เช่น จำนวนและการนับ เป็นต้น

วิไลวรรณ ตรีศรี ชะนะมา (2537) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์ในแต่ละวิชานั้นอาจไม่เหมือนกัน แต่สรุปได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ประเภทที่แบ่งตามธรรมชาติ ได้แก่ ความเป็นนามธรรม จำนวนสมาชิกกลุ่ม และการสรุปความแคบความกว้าง
2. ประเภทที่แบ่งตามโครงสร้าง ได้แก่ ลักษณะเดิมที่ปรากฏ การแสดงความสัมพันธ์เกี่ยวกับขนาด ที่ตั้ง และทิศทาง
3. ประเภทที่แบ่งตามหน้าที่ ได้แก่ การตอบสนองต่อสิ่งของหรือเหตุการณ์ หรือพฤติกรรมที่เกิดจากเหตุการณ์นั้น ๆ

ดังนั้นการจำแนกมโนทัศน์จึงจำแนกได้ตามเกณฑ์ต่าง ๆ กัน ได้แก่ การจำแนกมโนทัศน์ตามลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์นั้น ๆ ได้แก่ มโนทัศน์ชนิดเชื่อมโยง มโนทัศน์ชนิดแยกแยะ และมโนทัศน์ชนิดสัมพันธ์ และการจำแนกมโนทัศน์ตามความเป็นรูปธรรมและนามธรรม ได้แก่ มโนทัศน์เกี่ยวกับคุณสมบัติ ซึ่งเป็นการจำแนกตามลักษณะทางรูปธรรม และมโนทัศน์เกี่ยวกับปริมาณ ซึ่งเป็นเรื่องของนามธรรม และการจำแนกตามลักษณะการแบ่งประเภท ได้แก่ ประเภทที่แบ่งตามธรรมชาติ ประเภทที่แบ่งตามโครงสร้าง และประเภทที่แบ่งตามหน้าที่

4.3 ประโยชน์ของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มโนทัศน์ของคนเรานั้น มีทั้งมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับเรื่องทั่วไปและมโนทัศน์เฉพาะเรื่องใด ๆ ในทางการศึกษาแล้ว มโนทัศน์มีประโยชน์หลายประการ ดังที่มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของมโนทัศน์ไว้ต่อไปนี้

Cooney, Davis and Henderson (1975) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ 3 ประการ ได้แก่

1. เราสามารถบอกเหตุผลโดยการใช้มโนทัศน์ เช่น นักเรียนที่มีมโนทัศน์ เรื่อง จำนวนตรรกยะก็จะสามารถบอกได้ว่าจำนวน ๆ หนึ่งเป็นจำนวนตรรกยะหรือไม่ เพราะเหตุใด เป็นต้น
2. มโนทัศน์ทำให้เราสามารถวางหลักการทั่วไปได้ และพบสมบัติบางประการอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากที่ได้ให้ความหมายไว้
3. มโนทัศน์จะทำให้เราค้นพบความรู้ใหม่

ซูชีพ อ่อนโคกสูง (2522) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของมโนทัศน์ไว้ 5 ประการ ดังนี้

1. ลดความซับซ้อนของสิ่งแวดล้อม ถ้าเรามัวไปจำหรือเข้าใจเฉพาะในรายละเอียด จะก่อให้เกิดความยุ่งยากเป็นอย่างมากในการที่จะเข้าใจสิ่งแวดล้อมทั่วไป
2. ช่วยแยกวัตถุหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ออกจากกัน สามารถบอกได้ว่าวัตถุหรือสิ่ง

ใดเป็นพวกเดียวกันหรือไม่

3. ประหยัดเวลาในการเรียนรู้ ไม่ต้องทำความเข้าใจซ้ำ ๆ
4. ทำให้การเรียนการสอนดำเนินไปได้ เนื่องจากการเรียนในระดับสูงขึ้นไปต้องใช้มโนทัศน์เดิมเป็นพื้นฐาน
5. ช่วยให้มีความสามารถในการจัดการเรียนการสอน

นวลจิตต์ เขาวงกิตพงศ์ (2537) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของมโนทัศน์ไว้ว่า การที่ผู้เรียนเรียนรู้มโนทัศน์ จะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาการเรียนรู้เรื่องนั้นได้ถึงระดับสูงสุด นอกจากนั้นยังช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้สิ่งที่เกี่ยวข้องได้รวดเร็วขึ้น เพราะเกิดการจัดระบบระเบียบของข้อมูลได้เรียบร้อยแล้วในสมอง เมื่อปะทะกับสิ่งเร้าใหม่ก็จะสามารถจำแนก จัดหมวดหมู่ และเชื่อมโยงกับมโนทัศน์เดิม

จะเห็นได้ว่าประโยชน์ของมโนทัศน์เป็นผลมาจากเมื่อเราเรียนรู้มโนทัศน์นั้น ๆ แล้ว ดังนั้นประโยชน์ที่สำคัญที่สุดของมโนทัศน์ คือ ทำให้สามารถจำแนกสิ่งต่าง ๆ ออกจากกันได้ และเมื่อสามารถจำแนกสิ่ง ๆ หนึ่งออกจากสิ่งอื่น ๆ ได้แล้ว จะส่งผลด้านการวางแผนการดำเนินการเกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ ต่อไปอีกในอนาคต ซึ่งจะเอื้อประโยชน์ในด้านอื่น ๆ ต่อไปอีก เช่น การประหยัดเวลาและงบประมาณ และในด้านการเรียนจะทำให้การเรียนรู้มโนทัศน์ในระดับที่สูงขึ้นดำเนินไปได้ง่ายยิ่งขึ้น

4.4 กระบวนการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวเกี่ยวกับกระบวนการสร้างมโนทัศน์ไว้ดังนี้

McDonald (1959) มีความคิดเห็นว่าการสร้างมโนทัศน์นั้น นักเรียนจะต้องผ่านกระบวนการดังต่อไปนี้

1. สามารถแยกแยะ (Discrimination) คือ นักเรียนจะต้องสามารถแยกความแตกต่างได้ เช่น แยกอ่าวออกจากแม่น้ำ มหาสมุทร หรืออื่น ๆ ได้
2. สามารถสรุปครอบคลุม (Generalization) คือ นักเรียนจะต้องนึกถึงลักษณะของสิ่งนั้นและสามารถเชื่อมโยงให้เข้ากับสิ่งอื่น ๆ ได้ เช่น เชื่อมโยงอ่าวที่นักเรียนเรียนกับอ่าวอื่น ๆ ได้

Lowell (1966) ได้กล่าวเกี่ยวกับกระบวนการสร้างมโนทัศน์ไว้ว่า กระบวนการสร้างมโนทัศน์มี 3 ขั้นตอน คือ การรับรู้ (Perception) การย่นย่อ (Abstraction) การสรุป (Generalization) การย่นย่อเป็นสิ่งที่สำคัญในการสร้างมโนทัศน์ ได้แก่ ลักษณะเด่นที่รวมกันของวัตถุ หรือเหตุการณ์

ในสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ นักเรียนจะสามารถสร้างมโนทัศน์ได้ก็ต่อเมื่อนักเรียนสามารถแยกแยะสมบัติของวัตถุหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น จากนั้นสามารถสรุปครอบคลุมลักษณะที่ร่วมกันของสิ่งที่ค้นพบ

Ausubel (1968) ได้กล่าวเกี่ยวกับกระบวนการสร้างมโนทัศน์ไว้ว่า กระบวนการสร้างมโนทัศน์ประกอบด้วย

1. ความสามารถในการจำแนกความแตกต่างของสิ่งเร้าได้
2. สร้างสมมติฐานเกี่ยวกับการรวมลักษณะของสิ่งเร้าที่เหมือนกัน
3. ทดสอบสมมติฐานมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นในสถานการณ์หนึ่ง
4. เลือกสมมติฐานที่สามารถครอบคลุมสิ่งเร้าที่มีลักษณะบางประการร่วมกันได้

ปราณี รามสูต (2528) ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ของคนเราเป็นผลเนื่องมาจากประสบการณ์ คือ เมื่อได้ปะทะความสัมพันธ์กับสิ่งเร้า จนในที่สุดเกิดโครงสร้างของมโนทัศน์ขึ้นมาได้ ซึ่งมีกระบวนการเป็นลำดับดังนี้

1. การรับรู้
 2. ความจำ
 3. การคิดหาเหตุผล
 4. การจัดระเบียบหรือประสมประสานความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งเร้านั้นให้เป็นหมวดหมู่
- ซึ่งในที่นี้อธิบายได้ว่า เมื่อปะทะกับสิ่งเร้า บุคคลจะเกิดการรับรู้ เมื่อรับแล้วก็จะไปเก็บไว้ในความจำ เมื่อได้รับรู้กลุ่มของสิ่งเร้าใดมากเข้า ความจำเกี่ยวกับสิ่งเร้านั้นก็จะมีมากขึ้น จะเกิดการคิดหาเหตุผล ดังนั้นจึงมีการประสมประสานกันระหว่างการรับรู้ ความจำ และความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งเร้านั้น การมองเห็นความแตกต่างของกลุ่มสิ่งเร้านั้น ๆ ต่างไปจากกลุ่มของสิ่งเร้าอื่นอย่างไร และสรุปรวบยอดลักษณะของกลุ่มของสิ่งเร้านั้นว่าคล้ายคลึงกับสิ่งเร้าประเภทเดียวกันในแง่ใดบ้าง

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2534) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นของการเรียนรู้มโนทัศน์ดังนี้

1. การเรียนรู้เริ่มต้นจากการได้รับประสบการณ์ของผู้เรียนจากสิ่งที่ได้เห็นและสิ่งที่ได้สัมผัสมาก่อน
2. จากประสบการณ์เดิม ผู้เรียนจะนำความรู้ที่นำมาใช้ในการแยกแยะความแตกต่างของสิ่งเร้าที่ได้รับ
3. ผู้เรียนจะเริ่มพิจารณาถึงลักษณะร่วมของสิ่งเร้านั้น

4. ตั้งสมมติฐานว่าความถี่ในทัศนะนั้นคืออะไร
5. ทดสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้น
6. เลือกข้อสมมติฐานที่สามารถรวมกลุ่มสิ่งเร้า ซึ่งมีลักษณะบางประการร่วมกัน หากปรากฏว่าถูกก็จะคงสมมติฐานไว้อย่างนั้น ถ้าผิดจะกลับไปสังเกตและคิดตั้งสมมติฐานใหม่จนกว่าจะถูกต้องและจะคงสมมติฐานนั้นไว้

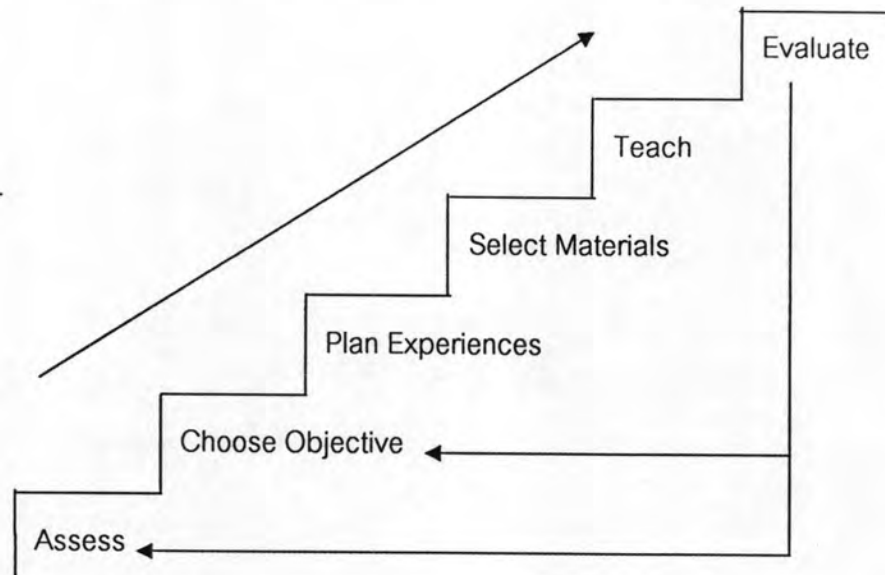
จะเห็นได้ว่า กระบวนการสร้างมโนทัศน์ เกิดขึ้นมาจากการได้รับประสบการณ์ในเรื่องนั้น ๆ ของผู้สร้างมโนทัศน์ โดยต้องผ่านการกระบวนการรับรู้ ความจำเกี่ยวกับความรู้เดิมที่มีอยู่ต่อสิ่งนั้น ๆ การคิดหาเหตุผลและสร้างสมมติฐานเกี่ยวกับสิ่งเร้านั้น และการจัดระเบียบความรู้ที่ได้จากการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้กับสิ่งเร้านั้น และเมื่อสร้างมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งเร้านั้นได้แล้ว จะต้องสามารถแยกแยะสิ่งเร้านั้นออกจากสิ่งอื่นและสรุปลักษณะของสิ่งเร้านั้นได้

4.5 การสอนให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

Charlesworth (2005) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเด็กเล็ก ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้สามารถใช้ได้กับการสอนทั่ว ๆ ไปด้วย โดยการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ประเมินสภาพที่นักเรียนเป็นอยู่ (Assess) เพื่อให้ทราบความรู้ของนักเรียน อันจะนำไปสู่การวางแผนการจัดการเรียนการสอน ซึ่งนักเรียนแต่ละคนย่อมมีความแตกต่างกัน
2. ตั้งวัตถุประสงค์ (Choose Objectives) เมื่อประเมินสภาพในขั้นที่ 1 แล้ว ครูนำสภาพนั้นมาช่วยในการตั้งวัตถุประสงค์ โดยอย่างน้อยต้องตั้งวัตถุประสงค์ให้นักเรียนที่อ่อนได้เรียนรู้เพิ่มขึ้นเท่ากับนักเรียนที่เก่ง
3. วางแผนการจัดประสบการณ์ที่ทำให้นักเรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ (Plan Experience) ต้องพึงระลึกว่าเด็กเล็กจะเรียนได้ดีในประสบการณ์ตามธรรมชาติ
4. เลือกวัสดุ อุปกรณ์ หรือสื่อต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอน (Select Materials) โดยสื่อต้องเป็นสื่อที่ดี ทำอย่างดี ปลอดภัยต่อเด็ก ต้องออกแบบเพื่อให้นักเรียนเข้าถึงมโนทัศน์นั้น สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และเหมาะสมกับระดับของนักเรียน
5. ปฏิบัติการสอนนักเรียนตามแผนที่วางไว้ (Teach)
6. ประเมินว่านักเรียนเรียนรู้สิ่งที่ต้องการสอนหรือไม่ (Evaluate) ถ้าเรียนรู้แล้ว กลับไปเริ่มที่ขั้นตอนที่ 2 แต่ถ้ายังไม่เกิดการเรียนรู้ ครูต้องกลับไปเริ่มที่ขั้นตอนที่ 1 อีกครั้ง

ทั้งนี้สามารถเขียนสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนได้ดังแผนภาพที่ 3 ดังต่อไปนี้



แผนภาพที่ 2 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

De Cecco (1968 อ้างถึงใน อธิรนาถ ธงงาม 2548) เสนอว่าการสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ควรปฏิบัติเป็นขั้น ๆ ดังนี้

1. คาดหวังการกระทำ (พฤติกรรม) คือ ตั้งจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเพื่อให้ทราบว่านักเรียนจะมีพฤติกรรมอย่างไรหลังจากเรียนมโนทัศน์ไปแล้ว
2. เลือกลักษณะเฉพาะที่เด่น ๆ (Dominance of Attribute) ของมโนทัศน์มาสอนหรือแสดงต่อนักเรียน เพื่อลดความสับสน
3. แสดงภาษาซึ่งใช้แทนมโนทัศน์ที่ต้องการสอน โดยเขียนบนกระดานดำหรือบอร์ดก็ได้
4. ยกตัวอย่างมโนทัศน์ที่สอดคล้องและไม่สอดคล้อง (Positive and Negative) กับมโนทัศน์ที่จะสอน
5. แสดงตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่มโนทัศน์ที่จะสอนให้นักเรียนมองเห็น แล้วให้นักเรียนตอบว่าตัวอย่างใดที่ใช่ ตัวอย่างใดที่ไม่ใช่
6. แสดงตัวอย่างอื่นที่เป็นมโนทัศน์ที่สอน ถาม และให้นักเรียนตอบว่าใช่หรือไม่ใช่มโนทัศน์ที่เรียน
7. แสดงตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่มโนทัศน์ที่สอน ให้นักเรียนเลือกเฉพาะตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ที่สอน
8. ให้นักเรียนเขียนอธิบายความหมายของมโนทัศน์ที่เรียนแล้ว



9. เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามและตรวจงานนักเรียน เพื่อรายงานผลให้นักเรียนทราบ และให้การเสริมแรงอื่น ๆ

Klausmeier และ Ripple (1971 อ้างถึงใน ยลนภา พลชัย, 2548) ได้แนะนำการสอนมโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. การเน้นคุณลักษณะของมโนทัศน์ ครูควรชี้แนะให้นักเรียนเห็นถึงลักษณะของสิ่งเหล่านั้น เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถแยกแยะลักษณะที่แตกต่างกันได้ ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้อมโนทัศน์ได้ง่ายขึ้น
2. การใช้คำที่เหมาะสม การสอนมโนทัศน์ต้องให้นักเรียนใช้คำแทนมโนทัศน์นั้น ครูควรให้ผู้เรียนสามารถใช้คำที่เหมาะสมกับมโนทัศน์นั้น หรือมโนทัศน์อื่นด้วย
3. การชี้ให้เห็นถึงธรรมชาติของมโนทัศน์ที่เรียน การสอนมโนทัศน์ครูต้องสอนให้นักเรียนทราบพื้นฐาน นิยาม โครงสร้างของมโนทัศน์นั้นเสียก่อนตั้งแต่ต้น
4. การพิจารณาการจัดลำดับของการเสนอตัวอย่าง ครูควรเสนอตัวอย่างทางบวกและทางลบให้มากพอ ที่นักเรียนจะเห็นลักษณะเฉพาะเพื่อให้เขาสามารถแยกแยะความแตกต่างและสรุปมโนทัศน์ได้
5. ส่งเสริมให้นักเรียนต้องการค้นคว้า ครูควรให้ผู้เรียนมีทั้งความรู้และแนวทางในการแก้ปัญหาพอ ๆ กับที่เขามีโอกาสในการตัดสินใจ และรับผิดชอบสิ่งที่ตนกระทำ
6. จัดให้มีการเรียนการใช้ประโยชน์ ครูควรมีส่วนช่วยเหลือให้นักเรียนสามารถนำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์
7. ให้ผู้เรียนรู้จักวัดผลตนเองว่าเข้าใจในความรู้ที่นั้นหรือไม่ ถ้าไม่เข้าใจก็เริ่มตั้งต้นใหม่

Lasley และ Matczynski (1997 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง, 2547) ได้เสนอโมเดลการสร้างมโนทัศน์ (Concept Formation Model) ซึ่งเป็นโมเดลการพัฒนาามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การผลิตข้อมูล (Data Generation) เป็นขั้นผลิตและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่สร้าง ข้อมูลอาจมาจากผู้เรียน ผู้สอน หรือจากทั้งผู้เรียนและผู้สอน ผู้สอนต้องทำหน้าที่กลั่นกรองว่าข้อมูลที่ได้นี้ เป็นสิ่งที่ต้องการในการนำไปสู่มโนทัศน์หรือไม่ และเพียงพอหรือยัง หรือต้องการสิ่งใดเพิ่มเติม สิ่งใดควรตัดออกไป

ขั้นที่ 2 การจัดกลุ่มข้อมูล (Data Grouping) ในขั้นนี้ผู้เรียนจะเป็นผู้จัดข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันทางมโนทัศน์เข้าด้วยกันตามการรับรู้ของตนเอง ผู้สอนต้องเตือนผู้เรียนให้นิยามหรือ

อธิบายให้ได้ว่าใช้เกณฑ์หรือหลักการใดในการจัดกลุ่มข้อมูลแต่ละกลุ่ม ซึ่งเกณฑ์หรือหลักการนี้ ควรถูกกำหนดก่อนการดำเนินการจัดกลุ่ม เพื่อที่จะแยกข้อมูลเป็นกลุ่มที่มีลักษณะตามมโนทัศน์ และกลุ่มที่ไม่มีลักษณะตามมโนทัศน์

ขั้นที่ 3 การขยายความประเภทของข้อมูล (Expanding the Category) จากกลุ่มข้อมูลที่ ผู้เรียนจัดได้ในขั้นตอนที่ 2 ผู้สอนจะทำการตรวจสอบแต่ละกลุ่มและดูว่าผู้เรียนคิดอย่างไรใน กระบวนการจำแนก โดยให้ผู้เรียนอธิบายให้ผู้อื่นฟังหน้าชั้นเรียนหรือเขียนบนกระดานดำ ผู้สอน และผู้เรียนคนอื่น ๆ มีหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้อง การอธิบายวิธีคิดในการจัดประเภทเป็นการ ขยายความจากลักษณะที่เห็นไปสู่ความหมายที่แท้จริง และความสัมพันธ์ของคุณลักษณะต่าง ๆ ของข้อมูล ผู้สอนควรช่วยเพิ่มเติมและขยายความเข้าใจของผู้เรียนให้ชัดเจนมากขึ้น

ขั้นที่ 4 การสรุปปิด (Closure) ในขั้นนี้ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนอธิบายว่าสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ ประเภทเดียวกันเกี่ยวข้องกับกันอย่างใด หรือให้สร้างข้อสรุปทั่วไปที่สัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ ภายใน ประเภทเดียวกัน หรือสรุปความหมายของประเภทที่จัดและสร้างโครงข่ายโยงความสัมพันธ์ต่าง ๆ การดำเนินการเหล่านี้เป็นการใช้การคิดวิเคราะห์ระดับสูง ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่าง ลึกซึ้ง จนสามารถสร้างความรู้หรือมโนทัศน์ด้วยตนเอง

พรณี ชูทัย เจนจิต (2545) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นในการสอนมโนทัศน์ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อเรียนมโนทัศน์ใดแล้วจะทำอะไรได้บ้าง เช่น เมื่อ เรียนเรื่องสัตว์บก สามารถแยกแยะสัตว์บกออกจากสัตว์ต่าง ๆ
2. วิเคราะห์มโนทัศน์ที่จะเรียน ถ้ามโนทัศน์ที่จะเรียนมีหลายลักษณะ พยายามลดลักษณะ ที่ไม่จำเป็นลง โดยเน้นลักษณะที่เด่นและสำคัญ โดยจัดลำดับให้เป็นหมวดหมู่ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจ ยิ่งขึ้น
3. ใช้สื่อทางภาษาให้เข้าใจชัดเจนในการสอน หรือแนะนำให้สังเกตลักษณะร่วมที่เด่น การใช้ภาษาเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการเรียนมโนทัศน์ ผู้เรียนจะต้องรู้จักคำต่าง ๆ มากมาย
4. ตัวอย่างที่นำมาให้ดูควรเป็นตัวอย่างที่ถูกและตัวอย่างที่ผิดควบคู่กันไป จะได้ผลดีกว่า ตัวอย่างที่ถูกอย่างเดียว หรือผิดอย่างเดียว เช่น การสอนมโนทัศน์ของนก ก็ยกตัวอย่างที่เป็นนก ชนิดต่าง ๆ เช่น นกแก้ว นกขุนทอง นกเอี้ยง ฯลฯ ตัวอย่างที่ไม่ใช่ชนก เช่น แมว สุนัข แมลง ฯลฯ
5. ให้ดูตัวอย่างต่าง ๆ ทั้งทางบวกและทางลบต่อเนื่องกันไป แต่ให้ตัวอย่างทางลบก่อน แล้วตามด้วยตัวอย่างทางบวก จะช่วยให้เรียนรู้อมโนทัศน์ได้ง่ายขึ้น
6. ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามตอบได้ และให้กำลังใจเสริมแรงทุกระยะ ถือว่าการ เสริมแรงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการเรียนมโนทัศน์

7. พยายามให้นักเรียนอธิบายความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่เรียนไปแล้วด้วยคำพูดของตนเอง

นาตยา ปิลันธนานนท์ (2542) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนมโนทัศน์ซึ่งมี 2 แบบ คือ การสอนแบบนิรนัยและการสอนแบบอุปนัย

การสอนแบบนิรนัย

1. กำหนดมโนทัศน์ที่จะสอนและแจ้งให้ผู้เรียนทราบ
2. อธิบายความหมายของมโนทัศน์นี้
3. ให้นักเรียนดูและคัดเลือกสิ่งที่เป็นตัวอย่างและไม่ใชตัวอย่างของมโนทัศน์นี้
4. ให้ผู้เรียนเสนอตัวอย่างใหม่เพิ่มเติมที่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์นี้
5. ให้ผู้เรียนสรุปอธิบายอีกครั้งว่ามโนทัศน์นี้เป็นอย่างไร

การสอนแบบอุปนัย

1. ไม่บอกมโนทัศน์และอธิบายความหมายของมโนทัศน์นั้นแก่ผู้เรียน
2. ให้นักเรียนเลือกตัวอย่าง แล้วให้นักเรียนคัดเลือกว่าตัวอย่างเหล่านี้ตัวอย่างใดที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน และตัวอย่างใดไม่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน
3. ให้ผู้เรียนสังเกตลักษณะที่มีอยู่ร่วมกันในตัวอย่างที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันนั้น ให้นักเรียนคิดตั้งชื่อหรือกลุ่มคำจากตัวอย่างเหล่านี้
4. ให้ผู้เรียนสรุปอธิบาย ความหมาย ของคำหรือกลุ่มคำที่ตั้งขึ้น

จากแนวคิดเกี่ยวกับการสอนให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ดังที่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ จะเห็นได้ว่าการสอนให้เกิดมโนทัศน์นั้นสามารถทำได้หลายวิธี โดยจะต้องมีการตั้งพฤติกรรมที่คาดหวังหรือพฤติกรรมเมื่อนักเรียนได้เรียนรู้มโนทัศน์ไปแล้ว และจัดการสอนมโนทัศน์โดยเน้นเฉพาะลักษณะสำคัญของมโนทัศน์นั้นมาสอน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถจัดระบบมโนทัศน์ได้ การเน้นลักษณะสำคัญของมโนทัศน์นั้นจะต้องเน้นทั้งสิ่งที่เป็นมโนทัศน์นั้น และสิ่งที่ไม่ใช่มโนทัศน์นั้น ซึ่งจะต้องมีการเรียงลำดับการนำเสนอเป็นอย่างดี ทั้งนี้การสอนมโนทัศน์จะต้องคำนึงถึงสภาพความรู้ที่เป็นข้อมูลเดิมและความพร้อมของผู้เรียนที่เป็นอยู่ด้วย จึงจะทำให้การสอนมโนทัศน์ประสบผลสำเร็จ

4.6 การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

Wilson (1971) ได้กล่าวถึงการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ว่า การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจ ซึ่งความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์นั้นหมายถึง ความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้รับจากการเรียนการสอนตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาแล้วมาสัมพันธ์กัน

โสภณ บำรุงสงฆ์ และ สมหวัง ไตรตันวงศ์ (2520 อ้างถึงใน ยลนภา พลชัย, 2548) ได้กล่าวถึงการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้ การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การวัดความคิดในเชิงนามธรรม คือ ความเข้าใจเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ วิธีการในทางคณิตศาสตร์ เพื่อดูว่าเด็กมีความเข้าใจและมีมโนทัศน์ในทางคณิตศาสตร์เพียงใด ดังนั้นข้อสอบมโนทัศน์ในทางคณิตศาสตร์จึงเป็นข้อสอบที่ถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริงหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ และไม่ต้องการคำตอบที่เป็นผลลัพธ์ของปัญหา

เนื่องจากมโนทัศน์เป็นความคิดเชิงนามธรรมที่มีต่อสิ่งเร้าสิ่งหนึ่งของแต่ละบุคคล ดังนั้นการวัดมโนทัศน์ก็คือการวัดความคิดเชิงนามธรรมที่บุคคลหนึ่งมีต่อสิ่งเร้านั่นเอง สำหรับการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น ก็คือการวัดความคิดเชิงนามธรรมของผู้เรียน เป็นการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนจะต้องสามารถสรุปความหมายตามความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับความรู้คณิตศาสตร์นั้น ๆ ได้

5. ความคงทนในการเรียน

5.1 ความหมายของความคงทนในการเรียน

Adam (1967) ได้ให้ความหมายของความคงทนในการเรียน สรุปได้ว่า ความคงทนในการเรียนเป็นการคงไว้ซึ่งผลการเรียนหรือความสามารถที่จะระลึกได้ต่อสิ่งเร้าที่เคยเรียน หรือมีประสบการณ์รับรู้มาแล้วหลังจากทิ้งไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง

กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2528) ได้กล่าวถึงความหมายของความคงทนในการเรียนไว้ว่า ความคงทนในการเรียนเป็นการสะสมประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม แล้วสามารถถ่ายทอดออกมาในรูปของการระลึกได้หรือจำได้

สุชา จันทรเอม (2531) ได้กล่าวถึงความหมายของความคงทนในการเรียนไว้ว่า ความคงทนในการเรียน คือ การเก็บหรือรักษา การรับรู้ และความเข้าใจที่เกิดจากการรับรู้และเข้าใจ โดยผ่านประสาทสัมผัสต่าง ๆ

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2544) กล่าวไว้ว่า ความคงทนในการเรียนเป็นการเก็บสิ่งที่เรียนรู้และประสบการณ์ไว้

ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าความคงทนในการเรียน คือ ความสามารถในการเก็บรักษาสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือประสบการณ์ไว้ และสามารถระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือประสบการณ์ที่เคยเรียนรู้มาก่อนหลังจากที่ทิ้งช่วงระยะเวลาไว้ช่วงหนึ่ง แล้วสามารถนำความรู้หรือประสบการณ์นั้นมาใช้ได้

จะเห็นได้ว่าความคงทนในการเรียนเกี่ยวข้องกับความจำ ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องศึกษาความรู้เกี่ยวกับความจำ เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความคงทนในการเรียน

5.2 ความหมายของการจำ

Lachman, Lachman และ Butterfield (1979 อ้างถึงใน โยธิน ศันสนยุทธ, 2533) กล่าวไว้ว่า การจำ หมายถึง การเก็บรักษาข้อมูลไว้ระยะหนึ่ง ช่วงระยะที่ข้อมูลถูกเก็บรักษาเอาไว้ นั้นอาจเป็นระยะเวลาน้อยกว่าหนึ่งวินาที หรืออาจจะยาวตลอดชีวิต

สุชา จันทรเอม (2531) ได้ให้ความหมายของการจำไว้ว่า การจำ คือสภาพหรืออาการตอบสนองที่เกิดจากการเรียนรู้มาแล้วออกมาแสดงให้เห็นอีกในปัจจุบัน อธิบายอีกนัยหนึ่งก็คือ การที่บุคคลสามารถถ่ายทอดสิ่งที่เคยได้รับรู้ และเก็บเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ได้ประสบมาแล้วออกมาได้อย่างถูกต้อง

ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา และคณะ (2516 อ้างถึงใน วิภาพร มาพบสุข, 2542) ได้ให้ความหมายของการจำไว้ว่า การจำ หมายถึง การนำบางส่วนของ การตอบสนองที่เกิดจากการเรียนรู้มาแล้ว ออกมาแสดงให้เห็นอีกในปัจจุบัน เช่น เคยแก้โจทย์สมการชั้นเดียวได้ เมื่อลองทำอีกครั้งหนึ่งก็สามารถทำได้ แสดงว่ายังจำได้

สรวงศ์ ไคว้ตระกูล (2544) กล่าวไว้ว่า ความจำ คือ ความสามารถที่จะเก็บสิ่งที่เรียนรู้ไว้ได้เป็นเวลานานและสามารถค้นคว้ามาใช้ได้หรือระลึกได้

ดังนั้น การจำ จึงหมายถึง ความสามารถในการเก็บความรู้ สิ่งที่ได้เรียนรู้ หรือ ประสบการณ์ ที่ได้รับไว้ได้ และสามารถนำบางส่วนของความรู้ สิ่งที่ได้เรียนรู้ หรือประสบการณ์ นั้น ออกมาใช้ได้หรือระลึกได้ และแสดงออกมาให้เห็นได้อย่างถูกต้อง ถึงแม้ว่าจะผ่านไปช่วงระยะเวลาหนึ่ง

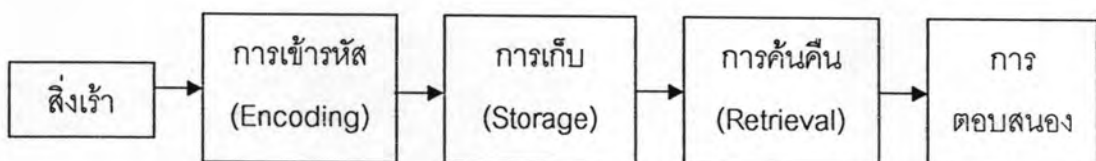
5.3 กระบวนการของการจำและระบบความจำ

กระบวนการจำ

Atkinson et al. (1990 อ้างถึงใน วิทยาพร มาพบสุข, 2542) ได้จำแนกกระบวนการจำ ออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเข้ารหัส (Encoding) เป็นการทำงานของระบบประสาทสัมผัสที่รับข้อมูลเข้ามาจากสิ่งเร้า ซึ่งข้อมูลนั้นอาจจะเป็นภาษา สัญลักษณ์ หรือเหตุการณ์ และสมองจะแปลความหมายเหล่านั้นจนเกิดความเข้าใจ
2. การเก็บ (Storage) ข้อมูลดังกล่าวจะถูกกลไกทางสมองเก็บรักษาข้อมูลนั้นไว้เป็นการเก็บไว้ในความจำระยะยาว
3. การค้นคืน (Retrieval) เป็นการค้นคืนข้อมูลที่เก็บไว้ในความจำระยะยาวมาใช้เมื่อต้องการนำข้อมูล ความจำบางอย่างค้นคืนได้เร็ว เช่น หมายเลขโทรศัพท์ แต่บางอย่างจะต้องใช้ความพยายามที่จะระลึก บางครั้งจำเป็นต้องใช้เครื่องชี้แนะ (Cues)

ขั้นตอนการจำตามกระบวนการดังกล่าวแสดงได้ดังภาพประกอบที่ 2



แผนภาพที่ 3 ขั้นตอนการจำ

ระบบความจำ

วิภากร มาพบสุข (2542) กล่าวว่า ระบบความจำของมนุษย์จำแนกออกเป็น 3 ระบบ คือ ระบบความจำจากการรู้สึกสัมผัส (Sensory Memory) ระบบความจำระยะสั้น (Short – term Memory) และระบบความจำระยะยาว (Long – term Memory)

1. ระบบความจำจากการรู้สึกสัมผัส (Sensory Memory) หมายถึง การคงอยู่ของความรู้สึกสัมผัส หลังจากที่มีการเสนอสิ่งเร้าสิ้นสุดลง ความคงอยู่ของสัมผัสดังกล่าวนี้ทำให้เกิดการเห็นภาพซ้อนต่อเนื่องกันไป ซึ่งเป็นหลักการของการฉายภาพยนตร์ ระบบความจำการรู้สึกสัมผัสมีหลายประเภท ได้แก่

1.1 ความจำภาพติดตา (Iconic Memory) เป็นภาพที่ติดอยู่ในความทรงจำ หลังจากที่มีการเสนอภาพซึ่งเป็นสิ่งเร้าทางตาสิ้นสุดลงแล้ว แต่ภาพที่คนเราเห็นนั้นไม่ได้หายไปทันทีพร้อมกับรูปภาพ ภาพยังคงติดตาอยู่เกือบ 1 นาที ในระหว่างที่เป็นภาพติดตาอยู่นี้ ภาพใดได้รับการตีความจากสมองก็จะเป็นการรับรู้และเข้าสู่ระบบความจำระยะสั้น ส่วนภาพใดที่ไม่ได้รับการตีความก็จะเลือนหายไป

1.2 ความจำเสียงก้องหู (Echonic Memory) หมายถึง การที่เสียงยังคงอยู่ในระบบการได้ยินหลังจากที่พลังเสียงได้เงียบหายไปแล้ว การคงอยู่ของเสียงช่วยให้เราสามารถตีความเสียงที่เราได้ยินได้ครบถ้วน

2. ระบบความจำระยะสั้น (Short – term Memory หรือ S.T.M.) เป็นความจำหลังการรับรู้ซึ่งสิ่งเร้าที่ได้ตีความหมายจนเกิดเป็นการรับรู้แล้วฝังตัวอยู่ในความจำระยะสั้น เราใช้ความจำระยะสั้นสำหรับการจำชั่วคราว เพื่อใช้ประโยชน์ในขณะที่จำอยู่เท่านั้น เช่น การจำชื่อบุคคลที่เคยรู้จัก การจำอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ เป็นต้น ความจำระยะสั้นนี้สูญหายไปจากความทรงจำได้ง่ายมาก ถ้าผู้จำไม่ได้ใส่ใจอยู่กับสิ่งที่ต้องการจำนั้น นอกจากนี้ความจำระยะสั้นยังเก็บข้อมูลไว้ได้ปริมาณจำกัด

3. ระบบความจำระยะยาว (Long – term Memory หรือ L.T.M.) เป็นความจำที่มีความคงทนถาวรมากกว่าความจำระยะสั้น อาจจำได้เป็นเดือนหรือเป็นปี โดยปกติเราจะไม่รู้สึกสิ่งที่เป็นความจำระยะยาว แต่เมื่อต้องการใช้ข้อมูลเหล่านั้นก็สามารถฟื้นความจำและแสดงออกมาได้ เช่น ประสบการณ์ประทับใจในวัยเด็กที่เราสามารถจำได้นานจนบัดนี้ ความจำในลักษณะนี้จัดว่าเป็นความจำระยะยาวทั้งสิ้น

สิ่งที่อยู่ในความจำระยะยาวจะอยู่ในรูปของความหมาย หรือความเข้าใจในสิ่งเร้าที่ตนได้สัมผัส ซึ่งความหมายและความเข้าใจนี้เป็นผลของการตีความสิ่งเร้าในความจำระยะสั้น เช่น ในขณะที่เราดูภาพยนตร์ ภาพและเสียงในภาพยนตร์นั้นจะอยู่ในความจำระยะสั้น สมองจะตีความหมายภาพและเสียงติดต่อกันไปเรื่อย ๆ ตั้งแต่ต้นจนจบ เราเกิดความเข้าใจเรื่องราวของ

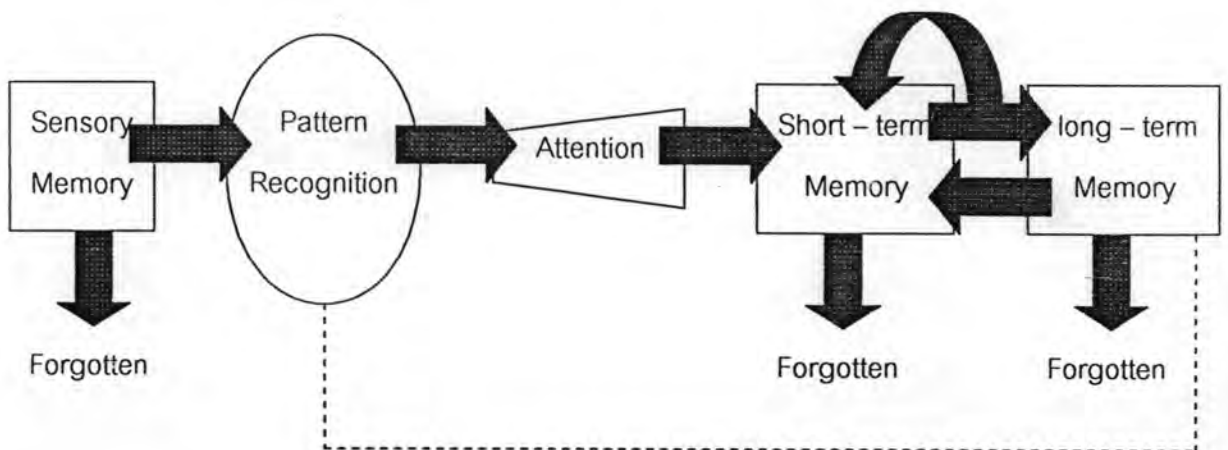
ภาพยนตร์นั้นโดยตลอด ภาพและเสียงเหล่านั้นจะถูกปลดปล่อยให้สลายตัวไปจากความจำระยะสั้น ส่วนความหมายและความเข้าใจเกี่ยวกับภาพยนตร์นั้นจะอยู่ในความจำระยะยาว เมื่อมีเพื่อนมาถามว่าดูหนังสนุกไหมหรือให้เล่าให้ฟัง เราจะเริ่มทบทวนเนื้อเรื่องในภาพยนตร์และเล่าให้ฟังตามความเข้าใจของตนเอง

เนื่องจากสิ่งที่อยู่ในความจำระยะยาวเป็นความหมายหรือความเข้าใจที่เกิดจากการตีความสิ่งเร้าตามประสบการณ์ ตามความเชื่อ และตามความสนใจของเราเอง ดังนั้นความเข้าใจที่อยู่ในความจำระยะยาวอาจจะตรงหรืออาจจะไม่ตรงกับสิ่งเร้าจริงก็ได้ เช่น การสังเกตในชีวิตประจำวัน บางครั้งมีการเข้าใจผิดเกิดขึ้นโดยผู้พูดต้องการสื่อความหมายอย่างหนึ่ง แต่ผู้ฟังตีความหมายจนเกิดความเข้าใจไปอีกทางหนึ่งซึ่งไม่ตรงกัน

การเปลี่ยนจากความจำระยะสั้นเป็นความจำระยะยาว (Transfer from Short-term to Long-term Memory)

ทฤษฎีที่จะอธิบายถึงการเปลี่ยนสิ่งที่อยู่ในความจำระยะสั้นให้เป็นความจำระยะยาว ได้แก่ ทฤษฎีความจำสองกระบวนการ (Dual – Memory Theory)

ทฤษฎีความจำสองกระบวนการ (Dual – Memory Theory) เป็นทฤษฎีของ Atkinson และ Shiffrin (1971) มีใจความว่า ข้อมูลต่าง ๆ ที่เข้ามาอยู่ในความจำระยะสั้น (S.T.M.) ข้อมูลนั้นต้องได้รับการทบทวนตลอดเวลา มิฉะนั้นความจำเกี่ยวกับข้อมูลนั้นจะสลายตัวไปอย่างรวดเร็ว กลายเป็นการลืม และข้อมูลใดก็ตามถ้าอยู่ในความจำระยะสั้นเป็นเวลานานเท่าไร ข้อมูลนั้นก็จะมีโอกาสฝังตัวเป็นความจำระยะยาวมากขึ้นเท่านั้น การทบทวนซ้ำ ๆ ไม่เพียงแต่ทำให้ข้อมูลยังคงอยู่ในความจำระยะสั้นเท่านั้น แต่ยังทำให้ข้อมูลอยู่ในความจำระยะยาวด้วย



แผนภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความจำระยะสั้นและความจำระยะยาว

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า กระบวนการจำประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการเข้ารหัส (Encoding) การเก็บ (Storage) และการค้นคืน (Retrieval) เมื่อสิ่งเร้าผ่านกระบวนการทั้งสามขั้นตอนนี้แล้วก็จะเกิดเป็นการตอบสนองซึ่งก็คือความจำขึ้นมา ทั้งนี้ความจำที่เกิดขึ้นอาจถูกเก็บเป็นความจำในระบบใดก็ได้ แบ่งเป็น 3 ระบบ คือ ระบบความจำจากการรู้สึกสัมผัส (Sensory Memory) ระบบความจำระยะสั้น (Short – term Memory หรือ S.T.M.) และระบบความจำระยะยาว (Long – term Memory หรือ L.T.M.) ทั้งนี้เป้าหมายในการเรียนการสอนคือ การบรรจุให้การเรียนรู้ของผู้เรียนนั้นปรากฏอยู่ในระบบความจำระยะยาวของนักเรียน ซึ่งสามารถนำมาใช้ได้ทุกครั้งที่มีความจำเป็น หรือถ้าหากลืมไปก็สามารถเรียกฟื้นความรู้ที่มีอยู่เดิมได้โดยง่าย และไม่ลืมได้โดยง่ายซึ่งแตกต่างจากระบบความจำจากการรู้สึกสัมผัสและระบบความจำระยะสั้นที่สามารถลืมได้โดยง่าย แต่ทั้งนี้ก็มีวิธีการที่จะเปลี่ยนความจำระยะสั้นไปสู่ความจำระยะยาวได้โดยใช้ทฤษฎีความจำสองกระบวนการ (Dual – Memory Theory) โดยอาศัยหลักของการทบทวนซ้ำ ๆ ที่ทำให้ความรู้ที่ปรากฏอยู่ในความจำระยะสั้นเป็นเวลานาน ๆ และจะทำให้ข้อมูลมีโอกาสฝังตัวเป็นความจำระยะยาวได้อีกด้วย

จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้น สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ที่ปรากฏอยู่ในความจำระยะยาวได้ หรือถ้าหากยังไม่สามารถสร้างความรู้ให้เกิดในระบบความจำระยะยาวได้ในครั้งแรกของการสอน ครูผู้สอนก็ควรย้ำเตือนและทบทวนความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนเคยเรียนมาแล้วอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนบรรจุอยู่ในระบบความจำระยะยาว ซึ่งจะเป็นประโยชน์ทั้งการเรียนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันและอนาคตในระดับที่สูงขึ้นต่อไป

5.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการจำ

Hunter (1980) กล่าวถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการจำมี 5 ประการ ดังนี้

1. ความหมายของเนื้อหาที่เรียน (Meaning) นักเรียนที่จดจำความหมายของวัตถุจะสามารถเรียนรู้ได้ดีกว่าคนที่ไม่เรียนรู้ความหมาย เช่น การเรียนขั้นตอนการหารยาว ถ้าขาดความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร ก็จะทำให้ลืมขั้นตอนการหารยาวได้อย่างรวดเร็ว
2. ระดับของการเรียนรู้เริ่มต้น (Degree of Original Learning) เรื่องราวบางอย่างสามารถเรียนรู้ได้ดีในตอนเริ่มต้น เช่น ถ้าได้รู้จักชื่อใครสักคนในตอนแรกแล้วรู้สึกประทับใจ เวลาต่อมา ก็จะไม่ลืมชื่อของเขา

3. การแสดงความรู้สึกของจิตใจ (Presence of Feeling Tone) เป็นสิ่งสำคัญที่สุดของการจำ ความคงทนของระดับความรู้สึกนำไปสู่การจำ คนเราจดจำสิ่งที่ดีที่สุดถ้ารู้สึกประทับใจ ต่อมาอาจจะจำบางสิ่งในระดับที่ไม่พอใจทั้ง ๆ ที่พยายามจะขจัดทิ้งไปจากความทรงจำ

4. การถ่ายโยงทางบวกและทางลบ (Positive and Negative Transfer) การถ่ายโยงทางบวกเป็นการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ ช่วยให้คนเราจดจำบางสิ่งบางอย่างในปัจจุบัน และนำไปสู่การเรียนรู้สิ่งใหม่ได้อย่างเหมาะสมดี การถ่ายโยงทางลบเป็นการเรียนรู้สิ่งที่ยุ่งยาก พยายามที่จะหลีกเลี่ยงอุปสรรคเหล่านี้

5. การฝึกหัด (Schedule of Practice) เป็นตัวสร้างให้เกิดการจำ การฝึกหัดที่ดีควรเพิ่มความซับซ้อนมากขึ้น จึงจะประสบความสำเร็จ พยายามจำลักษณะพิเศษหรือปัจจัยที่กระตุ้นให้เกิดความคงทน ความทรงจำจะเพิ่มขึ้นทีละน้อย และจะคงทนเป็นความสัมพันธ์อย่างมีความหมาย

ประสาธ อิศรปริดา (2518) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อการจำของมนุษย์ว่ามีอยู่หลายประการ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ความหมายของเนื้อหา เนื้อหาที่นักเรียนเข้าใจและมีความหมายต่อนักเรียน นักเรียนจะจำได้ดีกว่าเนื้อหาที่ไม่มีความหมาย

2. การทบทวน การทบทวนได้อ่านอยู่เสมอช่วยให้ความจำดีขึ้น

3. การเรียนรู้สอดแทรก ความจำจะดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับ การเรียนรู้อื่น ๆ ที่แทรกขึ้นมา อาจเป็นการเรียนรู้เก่าหรือความรู้ใหม่ก็ได้ ถ้าสิ่งที่เรียนรู้เก่าไปขัดขวางสิ่งที่เรียนรู้ใหม่จะทำให้การจำความรู้ใหม่ยากขึ้น ในทางตรงข้ามถ้าสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ไปขัดขวางทำให้การจำสิ่งที่เรียนรู้มาก่อนหรือความรู้เก่าเลอะเลือนหรือลดน้อยลง ดังนั้นควรเลือกสถานการณ์การเรียนรู้ต่าง ๆ ที่จะส่งเสริมซึ่งกันและกัน

4. ความสัมพันธ์ของเนื้อหา ก่อนที่จะให้เด็กท่องเรื่องต่าง ๆ ต้องให้เด็กเข้าใจก่อนว่ามีรายละเอียดอย่างไร สัมพันธ์กันอย่างไร แล้วลงมือท่องโดยยึดความสัมพันธ์เป็นหลัก

วรรณิ ลิ้มอักษร (2546) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่อิทธิพลต่อการจำ ดังนี้

1. วัย ผู้ใหญ่ที่มีอายุไม่เกิน 35 ปี จะจดจำได้มากและจำได้เร็วกว่าเด็ก ทั้งนี้เพราะผู้ใหญ่มีสมองที่พัฒนาเต็มที่แล้ว มีเทคนิคและเครื่องมือในการจำมากกว่าเด็ก แต่ที่ดูเหมือนเด็กจะจำอะไรได้ง่ายนั้นแท้จริงแล้วเด็กมีเรื่องที่จะต้องจำน้อยกว่าผู้ใหญ่แน่นอน

2. ระดับสติปัญญา นักจิตวิทยาไม่พบความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างสติปัญญากับความจำ เพียงแต่พบว่าผู้ที่มีระดับสติปัญญาสูงมักมีเทคนิคในการจำดีกว่า และใช้เวลาในการจำน้อยกว่า ผู้ที่มีระดับสติปัญญาต่ำ และยังพบอีกว่าเมื่อผู้ที่มีสติปัญญาต่ำจำสิ่งใดได้แล้วมักจะจดจำได้นาน ไม่ค่อยจะลืม ทั้งนี้เพราะต้องอาศัยความพยายามในการจำ และต้องใช้จำนวนครั้งในการทบทวน เพื่อให้จำมากกว่าผู้ที่มีระดับสติปัญญาปกติหรือผู้ที่มีระดับสติปัญญาสูง

3. ความใส่ใจและแรงจูงใจ เมื่อบุคคลมีความใส่ใจในเรื่องใดมากเป็นพิเศษ มักจะมีความจดจ่อหรือเอาใจใส่ในเรื่องนั้นมาก ซึ่งจะส่งผลให้สามารถนำความจำจากการสัมผัสไปสู่ความจำระยะสั้นและส่งต่อไปในความจำระยะยาวได้มา

4. ความประทับใจ ไม่ว่าจะความประทับใจในด้านดีหรือด้านไม่ดีก็ตาม ความประทับใจจะไปกระตุ้นให้บุคคลมีอารมณ์เกิดขึ้น อารมณ์ดังกล่าวจะกระตุ้น Nor-epinephrine Synapses ในสมอง หรือที่รู้จักกันในนาม β - adrenergic Synapses ซึ่งจะช่วยเพิ่มความสามารถในการจำให้มากขึ้น

5. เพศ ทั้งเพศหญิงและเพศชายมีความสามารถในการจำไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าเพศหญิงมีความสนใจที่จะจำและมีพัฒนาความจำมากกว่าเพศชาย และมักจะมีการฝึกฝนความจำอยู่เสมอ

ดังที่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ทัศนะไว้จะเห็นได้ว่า ความหมายหรือความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียนรู้นั้นถือเป็นประเด็นสำคัญที่สุดที่มีอิทธิพลต่อการจำ ทั้งนี้เพราะเมื่อผู้เรียนเห็นความสำคัญของเนื้อหานั้น ๆ แล้ว จะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมีแรงจูงใจเกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพในการจำมากยิ่งขึ้น ดังนั้นในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ สิ่งสำคัญที่ควรปลูกฝังแก่ผู้เรียน คือ การเห็นความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลให้การจำเนื้อหาที่เรียนของผู้เรียนดีขึ้น นอกจากนี้ยังต้องประกอบกับการทบทวนเนื้อหาที่เรียนอยู่อย่างสม่ำเสมอ จะทำให้การเรียนคณิตศาสตร์ประสบความสำเร็จ

5.5 การทดสอบการจำ

James (1992) ได้เสนอรูปแบบของการทดสอบการจำออกเป็น 5 รูปแบบ สรุปได้ดังนี้

1. การจำได้ (Recall) เป็นการทดสอบความจำโดยให้พยายามนึกถึงสิ่งเร้าหรือเรื่องราวที่เคยมีประสบการณ์มาก่อน เช่น การให้บอกรายชื่อนักเรียนในห้องที่สอน หรือการทำแบบทดสอบแบบอัตนัย เป็นต้น

2. การเสนอสิ่งแฉะการจำได้ (Cued Recall) เป็นการทดสอบความจำโดยเสนอสิ่งที่ย้ำแฉะหรือแสดงเป็นนัยของสิ่งจำ เช่น การบอกอักษรย่อของชื่อ เป็นต้น
3. การระลึกได้ (Recognition) เป็นการทดสอบความจำโดยการให้ระลึกถึงที่เคยประสบมาในอดีต โดยไม่มีสิ่งจำที่เคยประสบมาปรากฏให้เห็น เช่น การเลือกตัวเลือกที่ถูกต้องจากการทำแบบทดสอบปรนัย เป็นต้น
4. การเรียนซ้ำ (Relearning) เป็นการทดสอบความจำโดยการทำซ้ำ ๆ หรือเสนอสิ่งจำซ้ำ ๆ ในการเรียนรู้ การเรียนรู้แบบนี้มักใช้วัดด้วยเวลาหรือจำนวนครั้ง
5. การทดสอบทางอ้อม (Indirect Test) เป็นการทดสอบความจำในกรณีที่ไม่สามารถทดสอบการจำได้โดยตรง กล่าวคือ ไม่ว่าจะทดสอบทางตรงซ้ำกันหลายครั้ง ผู้เรียนก็ไม่สามารถจำอะไรได้เลย ซึ่งไม่ได้แสดงว่าผู้เรียนไม่มีความจำหลงเหลืออยู่ วิธีที่จะช่วยให้ผู้เรียนแสดงให้เห็นว่ายังมีความจำหลงเหลืออยู่ คือ การทดสอบทางอ้อม โดยจะเสนอบางส่วนของสิ่งจำให้ เมื่อผู้เรียนเห็นสิ่งจำบางส่วนก็จะพยายามระลึกหรือต่อเติมสิ่งจำให้มีความสมบูรณ์ได้

จะเห็นได้ว่าการทดสอบการจำสามารถทำได้หลายวิธี สำหรับการเรียนการสอนในชั้นเรียนแล้ว นอกจากการทดสอบการจำผ่านการทำแบบทดสอบไม่ว่าจะเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยซึ่งถือว่าการทดสอบการจำได้ (Recall) และแบบทดสอบแบบปรนัย ซึ่งถือว่าการทดสอบการระลึกได้ (Recognize) แล้ว การทดสอบการจำยังทำได้ในระหว่างการเรียนการสอนในชั้นเรียนด้วย โดยใช้การถามตอบในชั้นเรียนเพื่อเป็นการทดสอบความจำซ้ำ ๆ หรือเสนอสิ่งจำซ้ำ ๆ ในการเรียนรู้ ก็จะมีผลต่อการจำของผู้เรียนด้วยเช่นกัน

5.6 การปรับปรุงประสิทธิภาพในการจำ

กฤษณี คำชาย (2540) กล่าวถึงวิธีการที่จะช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการจำด้วยวิธีการต่อไปนี้

1. การช่วยให้นักเรียนจำ โดยครูเป็นผู้ช่วยเหลือ ดังนี้

- 1.1 การให้ข้อมูลป้อนกลับทันที เนื่องจากข้อมูลป้อนกลับเป็นตัวเสริมแรงของผู้เรียน วิธีการหนึ่งของการให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อช่วยความจำนักเรียน คือ การทดสอบเพื่อวิเคราะห์ปัญหาที่คาดว่านักเรียนอาจจะมี และบอกให้นักเรียนทราบทันทีว่าข้อใดคือจุดดีและข้อใดคือส่วนที่ต้องปรับปรุง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนปรับการกระทำของตนเองได้

1.2 การจัดให้เรียนเพิ่ม คือ การเรียนภายหลังจากที่จำบทเรียนนั้นได้แล้ว การเรียนเช่นนี้จะช่วยลดปริมาณการลืมได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าสิ่งที่เรียนนั้นเกี่ยวกับข้อเท็จจริง การเรียนเพิ่มจะแตกต่างจากการฝึก เช่น การว่ายน้ำ หลังจากที่เราว่ายน้ำแล้ว ทุกครั้งที่เราว่ายน้ำจะถือว่าเป็นการเรียนเพิ่ม

1.3 การสอนให้บรรลุเป้าหมาย นักจิตวิทยาเชื่อว่าคนเราจะระลึกถึงงานที่ยังทำไม่สำเร็จสมบูรณ์ได้ดีกว่างานที่ทำสำเร็จแล้ว ดังนั้นในการเรียนการสอนครูควรกระตุ้นให้ผู้เรียนทำงานให้เสร็จ จะได้ไม่ต้องกังวลกับสิ่งที่ตกค้าง จะทำให้มีโอกาสจำบทเรียนต่อไปได้ดีขึ้น

1.4 การใช้ตำราเรียน ตำราเรียนควรเป็นตำราที่จัดระบบไว้เพื่อช่วยให้เกิดความจำระยะยาวได้

1.5 การตั้งคำถามของครู หากได้เรียนบทเรียนแล้ว การตั้งคำถามบ่อย ๆ จะช่วยให้นักเรียนจำได้มากขึ้น และการตั้งคำถามที่มีความเฉพาะเจาะจงจะช่วยให้ผู้เรียนจำได้ดีกว่าคำถามทั่วไป

1.6 การจัดบทเรียน ในการจัดบทเรียนครูควรจัดบทเรียนที่จะสอนไม่มากเกินไป ช่วงความจำของนักเรียน และเหมาะสมกับระดับความรู้ความเข้าใจของนักเรียน แต่ละส่วนในบทเรียนต้องสะท้อนให้เห็นถึงโครงสร้างโดยรวมของบทเรียนนั้น ๆ และการจัดลำดับของบทเรียนต้องมีความเหมาะสมกับลักษณะบทเรียนหรือเนื้อหาในบทเรียนนั้น ๆ

1.7 การลดสิ่งรบกวนในการเรียนรู้ ควรหลีกเลี่ยงสถานการณ์ซึ่งทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนรบกวนกัน เช่น การจัดให้ห้องเรียนภาษาอังกฤษติดกับห้องเรียนภาษาฝรั่งเศส เป็นต้น

1.8 การจัดเวลาเรียนในแต่ละวิชาให้เหมาะสม

1.9 การทำสิ่งที่เรียนรู้ให้มีความหมาย โดยพิจารณาจากความเชื่อมโยงระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน ความคุ้นเคยที่ผู้เรียนมีต่อสิ่งที่จะเรียนรู้ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เรียนกับกฎหรือหลักการ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เรียนกับเป้าหมายของการเรียนรู้

1.10 การทำให้การเรียนรู้ที่น่าสนใจ นักจิตวิทยาเชื่อว่า การเรียนรู้ที่ตื่นเต้นและประหลาดใจจะถูกจำได้นานกว่าการเรียนรู้ประเภทอื่น ๆ ดังนั้นครูต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เกิดความน่าตื่นเต้นหรือน่าสนใจ

2. การปรับปรุงการจำของผู้เรียน โดยผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติ ทำได้ดังนี้

2.1 การพัฒนานิสัยการเรียนที่เหมาะสม โดยการสำรวจสิ่งที่จะเรียนทั้งหมด เพ่งความสนใจไปยังสิ่งที่ต้องการเรียน กำหนดจุดมุ่งหมายเฉพาะและให้รางวัลตนเองหลังจากบรรลุเป้าหมายแล้ว จัดระบบเนื้อหาใหม่ด้วยตนเอง และฝึกสิ่งที่ได้เรียนมาแล้ว

2.2 การกำหนดเวลาของการเรียน ควรแบ่งเวลาเรียนออกเป็นช่วง พร้อมกับมีการทบทวนอย่างสม่ำเสมอ

2.3 การเรียนเพิ่ม

2.4 การท่องปากเปล่า

2.5 การผูกเป็นคำคล้องจอง

จิราภา เต็งไตรรัตน์ (2544) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับวิธีการที่จะช่วยให้มีความจำในสิ่งที่เรียนได้มากขึ้น ดังนี้

1. การจัดหมวดหมู่ (Organization)
2. การทบทวนตนเอง (Self – Recitation)
3. การเรียนเกิน (Overlearning)
4. การสร้างมโนภาพ (Imaginary)

นอกจากนี้ ประสาท อิศรปริดา (2547) ได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนสามารถเก็บจำสิ่งที่เรียนได้ดี ดังนี้

1. ใจหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความใส่ใจในบทเรียน
2. ช่วยนักเรียนในการแยกรายละเอียดที่จำเป็นออกจากสิ่งที่ไม่จำเป็น และเน้นสาระข้อมูลที่ที่สำคัญ
3. ช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างสาระข้อมูลใหม่กับสิ่งที่นักเรียนรู้อยู่แล้วหรือความรู้เดิมของนักเรียน
4. ให้นักเรียนท่องจำ ทำซ้ำ ๆ ทบทวนสาระความรู้ เพื่อให้สิ่งที่เรียนรู้อยู่อย่างถาวร
5. ในการสอน ครูเสนอเนื้อหาที่มีความชัดเจนและเป็นระเบียบ
6. เน้นการจดจำอย่างเข้าใจความหมาย ไม่ใช้การจดจำแบบท่องจำ

ดังนั้นผู้ที่มีบทบาทในการปรับปรุงประสิทธิภาพในการจำของนักเรียน คือ ทั้งครูผู้สอนและนักเรียนจะต้องเป็นผู้ดำเนินการเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในการจำของนักเรียน บทบาทของครูอยู่ในขั้นตอนการดำเนินการเรียนการสอนในชั้นเรียนที่จะต้องดำเนินการสอนให้นักเรียนได้ใช้ความคิดควบคู่ไปกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และมีการทบทวนความรู้เดิมอยู่อย่างสม่ำเสมอเพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความคิดและนำความรู้เดิมที่มีอยู่มาใช้ประโยชน์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นว่าความรู้เดิมที่มีนั้นเป็นสิ่งที่มีความหมายและมีประโยชน์ต่อการเรียนในระดับสูง ๆ ต่อไป รวมไปถึงการนำความรู้เดิมมาใช้จะทำให้ความรู้ที่ปรากฏอยู่ในระบบความจำระยะยาวด้วย

นอกจากนี้ นักเรียนยังมีบทบาทในการเพิ่มประสิทธิภาพในการจำด้วย โดยนักเรียนต้องพัฒนานิสัยการเรียนที่เหมาะสมและหมั่นทบทวนบทเรียนอยู่เสมอ แต่ทั้งนี้การจำและทบทวนบทเรียนของนักเรียนจะต้องเน้นการจดจำอย่างเข้าใจความหมาย ไม่ใช่การจดจำแบบท่องจำก็จะทำให้ประสิทธิภาพในการจำของนักเรียนดีขึ้นและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

5.7 การวัดความคงทนในการเรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน นอกจากครูจะวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแล้ว ครูควรวัดความคงทนในการเรียนภายหลังจากเสร็จสิ้นการเรียนการสอนของนักเรียนด้วย นักการศึกษาได้กล่าวถึงการวัดความคงทนในการเรียน เพื่อให้ทราบถึงความเข้าใจของนักเรียน ดังนี้

Nunnally (1959) ได้กล่าวถึงการวัดความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการวัดความคงทนในการเรียนเพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ น้อยลง ควรเว้นช่วงเวลาในการทำสอบห่างกันอย่างน้อย 2 สัปดาห์ เพราะความเคยชินในการทำแบบทดสอบจะทำให้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทั้งสองครั้งสูง

Lindvall และ Nitko (1967) ได้กล่าวถึง ระยะเวลาที่ใช้ในการวัดความคงทนในการเรียนว่า การสอนซ้ำความใช้เวลาห่างกันตั้งแต่ 1 สัปดาห์ ถึง 1 เดือน เพราะการเว้นช่วงเวลาดังกล่าว จะทำให้เกิดความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการสอบซ้ำ

ชัยพร วิชชาวุธ (2520) ได้กล่าวถึง ระยะเวลาที่ใช้ในการวัดความคงทนในการเรียนว่า ช่วงระยะเวลาที่ความจำระยะสั้นจะฝังตัวกลายเป็นความจำระยะยาวหรือความคงทนในการจำนั้น ใช้เวลาประมาณ 14 วัน หลังจากที่ได้เรียนรู้ผ่านไปแล้ว

จากที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวเกี่ยวกับการวัดความคงทนในการเรียนดังกล่าวแล้ว สรุปได้ว่า การวัดความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ควรเว้นระยะเวลาในการวัดความคงทนประมาณ 2 สัปดาห์ หลังจากที่ได้เรียนรู้ผ่านไปแล้ว เพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนของคะแนนสอบทั้งสองครั้งน้อยลง

6. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

6.1 ลักษณะและพฤติกรรมของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

Roth และ Meyersberg (1963 อ้างถึงใน จักรพันธ์ ทองเอียด, 2540) ได้กล่าวถึง ลักษณะและพฤติกรรมในการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำไว้ว่า นักเรียนมักแสดงพฤติกรรมที่ไม่อยากจะเรียนรู้ ทำให้ขาดทักษะในเรื่องนั้น ๆ ซึ่งพฤติกรรมที่แสดงออกมักเป็นในทางไม่ดี ขาดจุดมุ่งหมายในตนเอง มีความสามารถในการเรียนต่ำ มีความสัมพันธ์กับเพื่อนไม่ดี มีปมด้อย และมีความกระวนกระวาย ซึ่งลักษณะเช่นนี้จะติดเป็นนิสัยที่ติดตัวนักเรียนในที่สุดก็จะกระทบถึงพัฒนาการด้านอื่น ๆ ของนักเรียน

บุญทัน อยู่ชมบุญ (2529) กล่าวถึงนักเรียนที่เรียนอ่อนทางคณิตศาสตร์ (Low achiever) ว่า เป็นเด็กที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าปกติเมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนในกลุ่มปกติ และเรียนรู้ได้อย่างช้า ๆ

ยุพิน พิพิธกุล (2530) กล่าวถึงลักษณะและพฤติกรรมของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำไว้ดังนี้

1. นักเรียนมักจะมีเจตคติทางลบต่อวิชาคณิตศาสตร์ เขามักไม่เข้าใจ และไม่สามารถทำคณิตศาสตร์ได้ มักจะคิดว่าตนเองเป็นผู้ล้มเหลวเสมอ นักเรียนพวกนี้บางทีจะนั่งใจลอย ใช้คำถามไม่เข้าท่า เดา ไม่ชอบเข้าชั้นเรียน ไม่ยอมทำงาน ไม่มีความเป็นกันเอง และชอบรบกวนนักเรียนคนอื่น ชอบทะเลาะกับคนอื่น ทูบตีหรือทำลายของ ในขณะที่เรียนหนังสือมักมีคำพูดแปลก ๆ เช่น “ฉันไม่เข้าใจเรื่องนี้เลย ครูทำให้ฉันสับสนอยู่เสมอ ไม่รู้จะเรียนไปทำไม ฉันไม่อยากทำการบ้าน”
2. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ถ้าไปพบครูที่ไม่สามารถปกครองชั้นเรียน จะยิ่งแสดงออกแปลก ๆ ยิ่งขึ้น
3. นักเรียนบางคนมีปัญหาจากสิ่งแวดล้อมทางบ้าน
4. นักเรียนมักจะมีปมด้อยในการใช้ภาษา สัญลักษณ์ การอ่าน การฟัง ไม่เกิดความคิดรวบยอดในขณะที่เรียน มองไม่ออกในเรื่องที่เป็นนามธรรม ไม่รู้จักสรุป ตลอดจนไม่รู้จักเรียงลำดับความคิดและวิเคราะห์

วัชรีย์ บุรณสิงห์ (2539) ได้กล่าวถึงนักเรียนที่เรียนอ่อนทางคณิตศาสตร์ (Low Achiever) ว่า หมายถึง ผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าปกติ เมื่อเทียบกับนักเรียนในกลุ่มปกติ นักเรียนเหล่านี้สามารถเรียนคณิตศาสตร์ได้ แต่เรียนได้อยู่ในระดับต่ำ

จะเห็นได้ว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำหรือนักเรียนที่เรียนอ่อนทางคณิตศาสตร์ (Low Achiever) นั้น คือ นักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าปกติ ของนักเรียนทั่วไป เรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ช้า และสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้แต่ในระดับต่ำเท่านั้น นักเรียนกลุ่มนี้มักมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์และการเรียนคณิตศาสตร์ ทำให้แสดงพฤติกรรมต่อต้านในการเรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนกลุ่มนี้มักมีความด้อยในการใช้ภาษา สัญลักษณ์ การอ่าน การฟัง ทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างความคิดรวบยอดในขณะที่เรียนได้ และมองสิ่งที่เป็นนามธรรมไม่ออก จึงไม่รู้จักสรุป และไม่รู้จักเรียงลำดับความคิดและวิเคราะห์

6.2 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

Butler – Por (1987 อ้างถึงใน ยูพา เวียงมกล, 2541) ได้เสนอการช่วยเหลือนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำไว้ดังนี้

1. การดัดแปลงการจัดกลุ่มภายในห้องเรียน

1.1 การจัดกลุ่มที่พื้นฐานระดับความสามารถในกลุ่มเดียวกัน การจัดกลุ่มวิธีนี้จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำเกิดความพยายามในการทำงาน เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของเพื่อน พ่อแม่ อย่างไรก็ตามจากลักษณะพฤติกรรมที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำนั้น การจัดห้องเรียนแบบนี้ยังไม่เพียงพอ จำเป็นต้องมีการช่วยเหลือเป็นรายบุคคล ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ทันทีทั้งทางด้านสังคมและการเรียนรู้ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำนั้นจำเป็นต้องได้รับการฝึกนิสัยการทำงานที่เป็นระบบ ซึ่งจะทำให้เขาประสบความสำเร็จในประสบการณ์ต่าง ๆ อันส่งผลให้เกิดความพยายามที่จะทำงานอื่นต่อไป

1.2 การจัดกลุ่มนักเรียนในชั้นเรียนที่นักเรียนมีความสามารถแตกต่างกัน สภาพห้องเรียนส่วนใหญ่ นั้น นักเรียนมีความสามารถแตกต่างกัน ดังนั้นจึงเกิดการจัดกลุ่มแบบที่ 2 ขึ้น เนื่องจากพฤติกรรมของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ จะมีลักษณะขาดความสนใจในกิจกรรมของโรงเรียน ดังนั้นการจัดกลุ่มที่มีประสิทธิภาพก็อาจจัดโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของความสนใจเดียวกัน นักเรียนแต่ละกลุ่มจะมีระดับความสามารถแตกต่างกัน แต่เขาเลือกที่จะทำงานที่เขามีความสนใจเหมือนกัน วิธีนี้จะมีประสิทธิภาพในการสร้างแรงกระตุ้น เกิดความพยายามในการที่จะรับทักษะและความรู้ในสิ่งที่นักเรียนสนใจ

2. การจัดการสอนซ่อมเสริม ปัญหาของการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ คือ ปัญหาการอ่าน โดยมีความเชื่อว่าการปรับปรุงการอ่าน จะช่วยให้นักเรียนมีความมั่นใจในความสามารถที่จะเรียนรู้ และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความพยายามที่จะทำงานที่ครูมอบหมายให้ต่อไป แต่ควรตั้งอยู่บนพื้นฐานความเข้าใจระหว่างปัญหาทางด้านการเรียนรู้และอารมณ์ การสอนซ่อมเสริมนั้นมีจุดมุ่งหมายเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในการเรียนรู้ ขณะเดียวกันการให้คำปรึกษากับผู้ปกครองของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำก็เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ

3. การเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมทางการศึกษาและวิธีสอน การจัดสิ่งแวดล้อมทางการศึกษาและวิธีสอนนี้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความต้องการพิเศษของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ นักเรียนกลุ่มนี้ได้ถูกจัดให้อยู่ในชั้นเรียนพิเศษ ซึ่งได้ดัดแปลงวิธีสอนหลาย ๆ วิธีที่มีจุดประสงค์ที่จะพัฒนาอารมณ์และสติปัญญาของนักเรียน การจัดสิ่งแวดล้อมทางการศึกษานั้นควรจัดอย่างกว้างขวางเพื่อที่จะปรับปรุงนิสัยและทักษะในการทำงานของนักเรียนกลุ่มนี้

ยุพิน พิพิธกุล (2530) ได้เสนอความคิดเห็นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำไว้ดังนี้

1. ควรจัดบทเรียนให้จบเป็นหน่วย นำวัสดุมาแสดงให้ดูเป็นช่วงสั้น ๆ ตรวจสอบว่านักเรียนจะเข้าใจและจึงเปลี่ยนเรื่องใหม่
2. ควรเปลี่ยนวิธีการสอน และจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับเนื้อหา ในแต่ละบทเรียนอาจมีการฝึกทักษะในการคำนวณเป็นช่วงสั้น ๆ
3. ให้นักเรียนมีโอกาสปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองและค้นพบข้อสรุปด้วยตนเอง
4. ทำการสอนซ่อมเสริมเป็นรายบุคคลหรือกลุ่ม
5. นำวัสดุและสิ่งแวดล้อมจากสภาพท้องถิ่นมาใช้
6. ควรจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเองด้วยการทำกิจกรรมต่าง ๆ โดยครูอาจจะกำหนดเป็นบทเรียนสั้น ๆ และง่าย ๆ แล้วมีแบบฝึกหัดให้
7. ควรให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนเป็นพิเศษในการแนะนำว่าจะเรียนอย่างไร ใช้หนังสืออะไรประกอบ และไม่ควรคาดหวังว่านักเรียนจะทำได้ทุกครั้ง
8. ควรสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้นักเรียนเกิดความสนใจอยากรู้ อยากเห็น ให้นักเรียนได้ออกมาเขียนกระดานดำ มีการสาธิต การทดลอง การจัดนิทรรศการ เป็นต้น

จากความเห็นของนักการศึกษาแต่ละท่าน เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนสำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ จะเห็นได้ว่าเป็นกิจกรรมที่จัด

ขึ้นให้แตกต่างจากการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ โดยต้องมีการจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม และสร้างแรงจูงใจให้แก่เด็กที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ และต้องมีการใช้สื่อการสอนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนมีการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น รวมถึงการจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อประโยชน์ต่อการเรียนรู้ด้วย

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยต่างประเทศ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้างานวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับทฤษฎีซอมแซม การนำทฤษฎีซอมแซมไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และการทำทฤษฎีซอมแซมไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยรวบรวมและนำเสนอ ดังนี้

Brown และ Vanlehn (1980) ได้ศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การลบเลขจำนวนเต็มตั้งแต่ 2 หลักขึ้นไป จากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง โดยทำการทดลองการแก้ไขมโนทัศน์ของนักเรียนอเมริกันตามทฤษฎีซอมแซม พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่ทำการแก้ไขมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง โดยอาศัยการแก้ไขมโนทัศน์ตามทฤษฎีซอมแซม เมื่อทำการทดสอบวัดมโนทัศน์อีกครั้งหลังจากจบการเรียนรู้แล้วเป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่านักเรียนทดลองมีคะแนนที่ได้จากการทดสอบมโนทัศน์สูงกว่ากลุ่มปกติ นอกจากนี้นักเรียนกลุ่มทดลองยังมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนแบบปกติด้วย

Virvou และ Tsiriga (2000) ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของการใช้โปรแกรม EasyMath เป็นโปรแกรมจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง การดำเนินการของเลขยกกำลัง ซึ่งพัฒนาตามแนวทฤษฎีซอมแซม การทดลองนี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การสำรวจความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับการทำงานของโปรแกรม และการนำโปรแกรมนี้ไปใช้ไปใช้ในการสอนเสริม สำหรับนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ผิดพลาดเกี่ยวกับพีชคณิต เรื่อง การดำเนินการของเลขยกกำลัง มีการดำเนินการและผลการทดลองเป็นดังนี้

ตอนที่ 1 สำรวจความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับการทำงานของโปรแกรม สํารวจจากครูจํานวน 10 โรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการช่วยกันสร้างแบบทดสอบซึ่งครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการสอน ผลการสํารวจพบว่าในด้านการให้คําแนะนำกับนักเรียนของซอฟต์แวร์ EasyMath เมื่อนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นคําแนะนำแบบเดียวกับที่ครูจะให้คําแนะนำเป็นส่วนใหญ่

ตอนที่ 2 การทดสอบมโนทัศน์ของนักเรียนภายหลังการเรียนเสริมด้วยโปรแกรม EasyMath ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจํานวน 240 คน แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 120 คน กลุ่มแรกให้ทดลองใช้โปรแกรม EasyMath เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ส่วนนักเรียนกลุ่มที่ 2 จะมีการสอนเนื้อหาเกี่ยวกับเลขยกกำลังโดยไม่มีการใช้ EasyMath เมื่อสอนจบแล้วจึงให้ทำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การดำเนินการของเลขยกกำลัง พบว่านักเรียนกลุ่มที่ 1 มีคะแนนจากแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ 2 แล้วให้นักเรียนกลุ่มที่ 2 นี้ทดลองเรียนผ่านซอฟต์แวร์ EasyMath เมื่อเรียนจบแล้วให้นักเรียนกลุ่มนี้ทำแบบทดสอบอีกครั้ง ซึ่งเป็นข้อสอบคนละชุดกัน แต่มีความคู่ขนานกัน ผลการทดลองพบว่าคะแนนสอบของนักเรียนในกลุ่มที่ 2 มีนักเรียนที่คะแนนสอบครั้งที่ 2 มากกว่าครั้งแรก 46 %

งานวิจัยในประเทศ

เนื่องจากการนำทฤษฎีซอมแซมมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในประเทศไทยนั้นยังไม่ปรากฏ และเนื่องจากการวิจัยของผู้วิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยโดยการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสอนซอมเสริมตามแนวทฤษฎีซอมแซม ดังนั้นผู้วิจัยจึงศึกษางานวิจัยในประเทศเกี่ยวกับการจัดการสอนซอมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์ และการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วิชชุลาวัลย์ พิทักษ์ผล (2530) ทำการศึกษา เรื่อง "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากการเรียนซอมเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่สอนซอมเสริมโดยครูกับกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน" โดยทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนสตรีศรีสุพรรณบุรี อำเภอพิบูลย์รักษ์ ปีการศึกษา 2528 จํานวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คน และให้กลุ่มทดลองเรียนซอมเสริม เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนซอมเสริมกับครูตามปกติ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากการเรียนซอมเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างระหว่างกลุ่มที่สอนซอมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์กับกลุ่มที่สอนโดยครูไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สุพรรณณี คงกะนันท์ (2531) ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง “ผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ต่ำ” ศึกษาแก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2530 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ คัดเลือก นักเรียนที่ได้ผลการเรียนต่ำกว่าร้อยละ 60 ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 43 คน โดยให้กลุ่มตัวอย่างเรียนซ่อมโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เศษส่วน หลังจบ การเรียนการสอนทั้งหมดพบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ยุภาดี ปณะราช (2541) ทำการทดลอง เรื่อง “ผลของการสอนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์ ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1” มีกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปากช่อง จังหวัด นครราชสีมา ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 จากการทำแบบ ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลอง จำนวน 40 คน ให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างได้รับการเรียนการสอนซ่อมเสริมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เรื่อง อัตราส่วน และร้อยละจำนวน 12 จุดประสงค์การเรียนรู้ ครั้งที่ 1 หลังเรียนจบแล้วให้ทำแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่ามีนักเรียนที่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ 13 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ 27 คน แล้วจึงให้ นักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ได้รับการเรียนการสอนซ่อมเสริมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นครั้งที่ 2 พบว่านักเรียนทั้ง 27 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ทั้งหมด โดยนักเรียนกลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีเจตคติหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งงานวิจัยต่างประเทศและงานวิจัยในประเทศ สรุปได้ว่า การจัด กิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมนั้น สามารถแก้ไขโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน และพัฒนาความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้ หลักสำคัญของการทำงาน ตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมนั้นจะต้องแก้ไขโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเฉพาะเรื่องเป็นรายบุคคล และมีเมื่อนำมาประกอบกับการใช้คอมพิวเตอร์ในการสอนซ่อมเสริมซึ่งมีบทบาทมากในการที่จะช่วยส่งเสริม การเรียนรู้รายบุคคลของนักเรียน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การแก้ไขโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อน การส่งเสริม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการพัฒนาความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทำได้

อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อเรียนผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งสอดคล้องกับหลักการแก้ไขในทัศนคติคลาดเคลื่อนของทฤษฎีซอมแซม ดังนั้นการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซอมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ จึงสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ต่อไปได้