บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ ที่มีต่อมโนทัศน์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์

1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2 ลักษณะความรู้ทางคณิตศาสตร์

1.3 หลักการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism

2.2 ทฤษฎีพัฒนาการเชาว์ปัญญาของ Piaget

2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Gagné

2.4 ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการค้นพบของ Bruner

2.5 ทฤษฎีการเรียนคณิตศาสตร์ของ Dienes

3. การจัดการเรียนรู้กระบวนการสอนมโนทัศน์

3.1 ความหมายของกระบวนการ

3.2 ความหมายของมโนทัศน์

3.3 กระบวนการในการเกิดมโนทัศน์

3.4 หลักการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ได้มาซึ่งมโนทัศน์

3.5 การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์

4. การวัดมโนทัศน์

4.1 การจำแนกพฤติกรรมทางการศึกษา

4.2 พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

4.3 การวัดมโนทัศน์

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.2 ความหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยในประเทศ

6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. การจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์

1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ 2551, 56-90)

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่างๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนึกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation)

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.2 ลักษณะความรู้ทางคณิตศาสตร์

สมเดช บุญประจักษ์ (2550, 12) กล่าวไว้ว่า ระบบคณิตศาสตร์แต่ละระบบจะประกอบด้วยด้วยสองส่วนคือ โครงสร้างของคณิตศาสตร์และกระบวนการให้เหตุผล โดยในส่วนแรกจะกล่าวถึงคำอนิยามหรือศัพท์พื้นฐานที่ใช้ในระบบและนำคำอนิยามเหล่านั้นมาใช้ในการให้ความหมายหรือกำหนดเป็นบทนิยามและกำหนดสัจพจน์ ส่วนที่สองคือกระบวนการให้เหตุผล จะนำมาใช้แสดงถึงความสมเหตุสมผลของความรู้ที่สร้างขึ้นมาใหม่หรือผลที่ได้จากระบบคณิตศาสตร์ซึ่งผลที่ได้อย่างสมเหตุสมผลนี้จะเรียกว่าทฤษฎีบท

อัมพร ม้าคนอง (2553, 3-5) ได้แบ่งความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้งหมดออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ความรู้ทางเชิงคณิตศาสตร์ (conceptual knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับความหมายและโครงสร้างของคณิตศาสตร์ เป็นความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์หรือความเกี่ยวข้องกันของสิ่งของที่ใช้อธิบายและให้ความหมายของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งเป็นความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ ทฤษฎี และที่มาหรือเหตุผลของขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ ความรู้ประเภทนี้มี

ความสำคัญมากทั้งต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับสูงและต่อการนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา แต่มักไม่ได้ถูกเน้นในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

2. ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ (procedural knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับการคำนวณ การระบุปัญหา การใช้กฎ กลวิธี และขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เช่น การคำนวณพื้นที่โดยการใช้สูตร การหารยาว การหารากที่สองของจำนวน ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการเป็นสิ่งที่สอนกันมาในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ จนบางครั้งกลายเป็นความรู้เกี่ยวกับการทำงานเป็นลำดับขั้นแบบซ้ำๆ หรือเป็นการทำงานที่ผู้ทำไม่เข้าใจความหมายของสิ่งที่ทำ

Gagné (1970 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง 2546, 4-5) จำแนกสาระในการเรียนคณิตศาสตร์เป็น 4 ประเภท คือ

1. ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ (mathematical facts) เป็นข้อเท็จจริงที่พบในทางคณิตศาสตร์ เช่น ตัวเลข (3) เป็นสัญลักษณ์แทนจำนวนหรือสิ่งของ เครื่องหมายลบ (–) เป็นสัญลักษณ์สำหรับการดำเนินการหักออกหรือการลดลง

2. ทักษะทางคณิตศาสตร์ (mathematical skill) เป็นการกระทำตามขั้นตอนการทำงานที่ผู้เรียนทำด้วยความถูกต้องและรวดเร็ว ทักษะเฉพาะใดๆ อาจถูกนิยามได้จากกฎหรือลำดับขั้นตอนการทำงานที่เรียกว่า ขั้นตอนหรือวิธีการ (algorithms)

3. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (mathematical concepts) เป็นความคิดนามธรรมที่ทำให้มนุษย์สามารถแยกแยะวัตถุหรือเหตุการณ์ว่าเป็นตัวอย่างหรือไม่เป็นตัวอย่างของความคิดที่เป็นนามธรรมนั้น ตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เช่น มโนทัศน์การเท่ากัน มโนทัศน์การเป็นสับเซต มโนทัศน์เกี่ยวกับลักษณะของสามเหลี่ยม เป็นต้น

4. กฎหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ (mathematical principles) เป็นขั้นตอนในมโนทัศน์หรือความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่างๆ เช่น รูปสามเหลี่ยมสองรูปจะคล้ายกันก็ต่อเมื่อรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นมีด้านสองด้านเท่ากัน และมุมระหว่างด้านคู่ที่เท่ากันนั้นเท่ากันด้วย

จากแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สามารถจัดกลุ่มวิเคราะห์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ได้ตามตารางดังต่อไปนี้

ตาราง 1 วิเคราะห์ความรู้ทางคณิตศาสตร์

ความรู้ทางคณิตศาสตร์	**ความรู้เชิงมโนทัศน์ (conceptual knowledge)**	**ความรู้เชิงทักษะกระบวนการ (procedural knowledge)**
สมเดช บุญประจักษ์	**โครงสร้างของคณิตศาสตร์** - นำคำอนิยามหรือศัพท์พื้นฐานมาใช้ในการให้ความหมายหรือกำหนดเป็นบทนิยามและกำหนดสัจพจน์	**กระบวนการให้เหตุผล** - ใช้แสดงถึงความสมเหตุสมผลของความรู้ที่สร้างขึ้นมาใหม่หรือผลที่ได้จากระบบคณิตศาสตร์

ความรู้ทางคณิตศาสตร์	ความรู้เชิงมโนทัศน์ (conceptual knowledge)	ความรู้เชิงทักษะกระบวนการ (procedural knowledge)
อัมพร ม้าคนอง	**ความรู้ทางเชิงคณิตศาสตร์** - ความรู้เกี่ยวกับความหมายและโครงสร้างของคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์หรือของสิ่งของที่ใช้อธิบายและให้ความหมายของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งเป็นความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ ทฤษฎี และที่มาหรือเหตุผลของขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์	**ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ** - ความรู้เกี่ยวกับการคำนวณ การระบุปัญหา การใช้กฎ กลวิธี และขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์
Gagné	**ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์** - เป็นข้อเท็จจริงที่พบ เช่น ตัวเลข (3) เป็นสัญลักษณ์แทนจำนวนหรือสิ่งของ **มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์** - ความคิดนามธรรมที่ทำให้มนุษย์สามารถแยกแยะว่าเป็นตัวอย่างหรือไม่เป็นตัวอย่างของความคิดนั้น **กฎหรือหลักการทางคณิตศาสตร์** - เป็นขั้นตอนในมโนทัศน์หรือความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่างๆ	**ทักษะทางคณิตศาสตร์** - เป็นการกระทำตามขั้นตอนการทำงานที่ผู้เรียนทำด้วยความถูกต้องและรวดเร็ว ทักษะเฉพาะใดๆ อาจถูกนิยามได้จากกฎหรือลำดับขั้นตอนการทำงานที่เรียกว่า ขั้นตอนหรือวิธีการ

จากแนวคิดของนักการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงทักษะกระบวนการ โดยในส่วนแรกจะประกอบไปด้วย คำอนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ ทฤษฎี และกฎต่างๆ และส่วนที่สองจะเป็นทักษะและกระบวนการต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษาหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นความรู้ที่ใช้ในการให้เหตุผลและอธิบายขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

1.3 หลักการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์

ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนจำเป็นที่จะต้องทราบหลักการสอนคณิตศาสตร์และนำสิ่งเหล่านี้ไปใช้ในการสอน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเรียนคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ มีความรู้และประสบผลสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์

สิริพร ทิพย์คง (2545, 110-111) ได้เสนอหลักในการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. สอนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปหานามธรรม เช่น ผู้สอนต้องการสอนมโนทัศน์ของห้า ผู้สอนก็หยิบส้มมา 5 ผล ให้ผู้เรียนนับพร้อมกับหยิบส้มก่อนการเขียนสัญลักษณ์ 5

2. สอนที่อยู่ใกล้ตัวผู้เรียนก่อนสอนสิ่งที่อยู่ไกลตัวผู้เรียน เช่น การคะเนความยาว ผู้สอนควรให้ผู้เรียนคะเนความยาวของดินสอนที่ผู้เรียนใช้ ความยาวของโต๊ะผู้เรียน ก่อนการคะเนความกว้างและความยาวของห้องเรียน ตามลำดับ

3. สอนจากเรื่องง่ายก่อนการสอนเรื่องที่ยาก เช่น สอนการบวกก่อนการคูณ สอนการแก้สมการตัวแปรเดียวก่อนการสอนสมการสองตัวแปร

4. สอนตรงตามเนื้อหาที่ต้องการสอน เช่น การสอนเรื่องรูปวงกลม ผู้สอนจะสอนเกี่ยวกับจุดศูนย์กลาง รัศมี เส้นผ่านศูนย์กลาง คอร์ด รูปทั่วไปของสมการวงกลม แทนที่จะกล่าวถึงโฟกัสของวงรี พาราโบลา และไฮเปอร์โบลา

5. สอนให้คิดไปตามลำดับขั้นตอนอย่างมีเหตุผล โดยขั้นตอนที่กำลังทำเป็นผลมาจากขั้นตอนก่อนหน้า

6. สอนด้วยอารมณ์ขัน ทำให้ผู้เรียนเกิดความเพลิดเพลิน โดยผู้สอนอาจใช้เกม ปริศนา เพลง

7. สอนด้วยหลักจิตวิทยา สร้างแรงจูงใจ เสริมกำลังใจให้กับผู้เรียน โดยการใช้คำพูด เช่น ดีมาก ทำได้ถูกต้องแล้ว ลองคิดอีกวิธีหนึ่งดูซิ

8. สอนโดยการนำไปสัมพันธ์กับวิชาอื่น เช่น วิชาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการเพิ่มจำนวนของแมลงหวี่ ซึ่งต้องอาศัยความรู้เรื่องเลขยกกำลัง เพราะจำนวนแมลงหวี่มีคำตอบอยู่ในรูปของเลขยกกำลัง

อัมพร ม้าคนอง (2546, 8-11) ได้กล่าวถึงหลักการสอนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. สอนให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์หรือได้ความรู้ทางคณิตศาสตร์จากการคิดและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกับผู้อื่น ให้ความคิดและคำถามที่ผู้เรียนสงสัยเป็นประเด็นในการอภิปรายเพื่อให้ได้แนวคิดที่หลากหลาย และเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

2. สอนให้ผู้เรียนเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์และความต่อเนื่องของเนื้อหาคณิตศาสตร์ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างคู่อันดับ ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน ความสัมพันธ์ระหว่างกราฟของความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน และลิมิต

3. สอนโดยคำนึงว่าจะให้ผู้เรียนเรียนอะไรและเรียนอย่างไร นั่นคือต้องคำนึงถึงทั้งเนื้อหาวิชาและกระบวนการเรียน

4. สอนโดยการใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมอธิบายนามธรรม หรือการทำให้สิ่งที่เป็นนามธรรมมากๆ เป็นนามธรรมง่ายขึ้นหรือพอที่จะจินตนาการได้มากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์บางอย่างไม่สามารถหาสื่อมาอธิบายได้

5. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงประสบการณ์และความรู้พื้นฐานของผู้เรียน

6. สอนโดยใช้การฝึกหัดให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้งการฝึกรายบุคคล ฝึกเป็นกลุ่ม การฝึกทักษะย่อยทางคณิตศาสตร์ และการฝึกทักษะรวมเพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้น

7. สอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหา สามารถให้เหตุผล เชื่อมโยง สื่อสาร และคิดอย่างสร้างสรรค์ ตลอดจนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและนำไปคิดต่อ

8. สอนให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์ในห้องเรียนกับคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน

9. ผู้สอนควรศึกษาธรรมชาติและศักยภาพของผู้เรียน เพื่อจะได้จัดกิจกรรมการสอนให้สอดคล้องกับผู้เรียน

10. สอนให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ รู้สึกว่าคณิตศาสตร์ไม่ยากและมีความสนุกสนานในการทำกิจกรรม

11. สังเกตและประเมินการเรียนรู้ ประเมินความเข้าใจของผู้เรียนขณะเรียนในห้องเรียน โดยใช้คำถามสั้นๆ หรือการพูดคุยปกติ

จากแนวคิดของนักการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่า หลักการสอนคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. ผู้สอนควรศึกษาธรรมชาติและศักยภาพของผู้เรียน ลำดับเนื้อหาในการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติของผู้เรียน โดยสอนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปหานามธรรม ใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมอธิบายนามธรรม หรือการทำให้สิ่งที่เป็นนามธรรมมากๆ เป็นนามธรรมง่ายขึ้นหรือพอที่จะจินตนาการได้มากขึ้น สอนที่อยู่ใกล้ตัวผู้เรียนก่อนสอนสิ่งที่อยู่ไกลตัวผู้เรียน สอนจากเรื่องง่ายก่อนการสอนเรื่องที่ยาก สอนให้คิดไปตามลำดับขั้นตอนอย่างมีเหตุผล โดยขั้นตอนที่กำลังทำเป็นผลมาจากขั้นตอนก่อนหน้า จัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงประสบการณ์และความรู้พื้นฐานของผู้เรียน

2. สอนตรงตามเนื้อหาที่ต้องการสอน โดยสอนให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์หรือได้ความรู้ทางคณิตศาสตร์จากการคิดและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกับผู้อื่น ให้ความคิดและคำถามที่ผู้เรียนสงสัยเป็นประเด็นในการอภิปรายเพื่อให้ได้แนวคิดที่หลากหลาย และเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป และให้ผู้เรียนเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์และความต่อเนื่องของเนื้อหาคณิตศาสตร์

3. ใช้เทคนิคในการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน สอนด้วยอารมณ์ขัน เพื่อให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ รู้สึกว่าคณิตศาสตร์ไม่ยาก และมีความสนุกสนานในการทำกิจกรรม ใช้หลักจิตวิทยา สร้างแรงจูงใจ เสริมกำลังใจให้กับผู้เรียน

4. สอนให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์ในห้องเรียนกับคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน สอนโดยการนำไปสัมพันธ์กับวิชาอื่น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา สามารถให้เหตุผล เชื่อมโยง สื่อสาร และคิดอย่างสร้างสรรค์ ตลอดจนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและนำไปคิดต่อ

5. สังเกตและประเมินการเรียนรู้ ประเมินความเข้าใจของผู้เรียนขณะเรียนในห้องเรียน โดยใช้คำถามสั้นๆ หรือการพูดคุยปกติ

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism

ทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism (อัมพร ม้าคนอง 2546, 6-7) มีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญที่ตัวผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ทฤษฎีนี้เน้นว่า ความรู้เป็นสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นโดยผู้เรียน ผู้เรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่เป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ การ

เรียนรู้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียนจากการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก ผู้เรียนแต่ละคนจะสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน ดังนั้น แนวการสอนตามทฤษฎีนี้จึงเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สื่อสารและมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน โดยผู้สอนคอยช่วยเหลือให้ผู้เรียนนำความรู้ที่มีอยู่ออกมาใช้ และไตร่ตรองสิ่งที่ได้จากการอภิปรายกับผู้อื่น ผู้สอนมีหน้าที่จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้เหมาะสม ตั้งประเด็นปัญหาที่ท้าทาย และช่วยเหลือให้ผู้เรียนสร้างความรู้ได้เอง ทฤษฎีนี้มีกรอบแนวคิดที่สำคัญ ดังนี้

1. ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง
2. ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานของการสร้างองค์ความรู้ใหม่
3. ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เช่น ผู้สอนและเพื่อน มีส่วนช่วยในการสร้างความรู้
4. ผู้สอนมีบทบาทในการจัดบริบทการเรียนรู้ ตั้งคำถามท้าทายความสามารถ กระตุ้นสนับสนุน และให้ความช่วยเหลือการสร้างความรู้
5. ผู้เรียนเป็นผู้กระตือรือร้นในการเรียน

2.2 ทฤษฎีพัฒนาการเชาว์ปัญญาของ Piaget

Piaget (1952 อ้างถึงใน ทิศนา แขมณี 2552, 64-65) ได้ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านสติปัญญาของเด็กว่ามีขั้นตอนหรือกระบวนการอย่างไร ซึ่งพบว่า การเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งจะมีพัฒนาการไปตามวัยต่างๆ เป็นลำดับขั้น พัฒนาการเป็นสิ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติ ไม่ควรที่จะเร่งเด็กให้ข้ามจากพัฒนาการขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่ง แต่การจัดประสบการณ์ส่งเสริมพัฒนาการของเด็กในช่วงที่เด็กกำลังจะพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงกว่า สามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม Piaget เน้นความสำคัญของการเข้าใจธรรมชาติและพัฒนาการของเด็กมากกว่าการกระตุ้นเด็กให้มีพัฒนาการเร็วขึ้น พัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัยต่างๆ ตามลำดับขั้นดังนี้

1. ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (sensorimotor Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 0 – 2 ปี ความคิดเห็นของเด็กในวัยนี้ขึ้นกับการรับรู้และการกระทำ เด็กยัดตัวเองเป็นศูนย์กลางและยังไม่สามารถเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น

2. ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (preoperational Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 2 – 7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ยังขึ้นอยู่กับการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ยังไม่สามารถที่จะใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้ง แต่สามารถเรียนรู้และใช้สัญลักษณ์ได้

3. ขั้นการคิดรูปธรรม (concrete operational period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 7 – 11 ปี เป็นขั้นที่การคิดของเด็กไม่ขึ้นกับการรับรู้จากรูปร่างเท่านั้น เด็กสามารถสร้างภาพในใจ และสามารถคิดย้อนกลับได้ และมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวเลขและสิ่งต่างๆ ได้มากขึ้น

4. ขั้นการคิดแบบนามธรรม (formal operational period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 11 – 15 ปี เด็กสามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ และสามารถคิดตั้งสมมติฐานและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการค้นพบของ Bruner

Bruner (1966 อ้างถึงใน สุรางค์ โค้วตระกูล 2552, 213) เชื่อว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้ประมวลข้อมูลข่าวสารจากการที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและสำรวจสิ่งแวดล้อม การรับรู้ของมนุษย์เป็นสิ่งที่เลือกหรือสิ่งที่รับรู้ขึ้นอยู่กับความใส่ใจของผู้เรียนที่มีต่อสิ่งนั้นๆ การเรียนจะเกิดการค้นพบ เนื่องจากผู้เรียนมีความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งเป็นแรงผลักดันให้เกิดพฤติกรรมสำรวจสภาพสิ่งแวดล้อมและเกิดการเรียนรู้โดยการค้นพบ แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้โดยการค้นของ Bruner คือ

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยตนเอง การเปลี่ยนแปลงที่เป็นผลของการมีปฏิสัมพันธ์ นอกจากจะเกิดขึ้นในตัวของผู้เรียนแล้ว ยังจะเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในสิ่งแวดล้อมด้วย

2. ผู้เรียนแต่ละคนจะมีประสบการณ์และพื้นฐานทางความรู้แตกต่างกัน การเรียนรู้เกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบใหม่กับประสบการณ์ และมีความหมายใหม่

3. พัฒนาการทางเชาว์ปัญญาจะเห็นได้ชัดโดยที่ผู้เรียนสามารถรับสิ่งที่ให้เลือกได้หลายอย่างพร้อมๆ กัน

นอกจากนี้ Bruner มีความเห็นว่า การเรียนการสอนที่ดีต้องประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 4 ประการ คือ โครงสร้าง (structure) ของเนื้อหาสาระ ความพร้อม (readiness) ที่จะเรียนรู้ การหยั่งรู้ (intuition) โดยการคะเนจากประสบการณ์อย่างมีหลักเกณฑ์ และแรงจูงใจ (motivation) ที่จะเรียนเนื้อหาใดๆ Bruner ให้ความสำคัญกับสมดุลระหว่างผลลัพธ์กับกระบวนการเรียนการสอน และวิธีการที่ผู้เรียนใช้เป็นเครื่องมือในการค้นพบความรู้มี 3 วิธี ดังนี้ (Bruner 1966 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง 2546, 32)

1. วิธีการใช้ประสบการณ์ตรงและสัมผัส (enactive mode) เช่น ผู้เรียนรวมของ 4 ชิ้น กับของ 5 ชิ้น เพื่อเป็นของ 9 ชิ้น ซึ่งเป็นการสัมผัสกับสิ่งที่เป็นรูปธรรม (concrete objects or manipulative)

2. วิธีการใช้ภาพสื่อในการมองเห็น (Iconic Mode) เช่น การใช้รูปภาพ ไดอะแกรม ฟิลม์ ที่เป็นสื่อทางสายตา (Visual Medium) ตัวอย่างการเรียนรู้ระดับนี้ เช่น ผู้เรียนดูภาพรถ 4 คัน ในภาพแรก ดูภาพรถ 5 ในภาพที่สอง และดูภาพรถรวม 9 คัน ในภาพที่สาม ซึ่งเป็นภาพรวมของรถในภาพที่แรกและภาพที่สอง รถ 9 คัน ในที่นี้เกดจากการที่ผู้สอนวางแผนให้ผู้เรียนเรียนรู้ มิใช่เกิดจากตัวผู้เรียน

3. วิธีการสร้างความสัมพันธ์และใช้สัญลักษณ์ (Symbolic Mode) ซึ่งเป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์แทนสิ่งที่เห็นในระดับที่สอง หรือสิ่งที่สัมผัสในระดับที่หนึ่งได้ เช่น การเขียน 5 + 4 = 9 เป็นสัญลักษณ์แทนภาพในข้อที่ 2

2.4 ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Gagné

ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Gagné (1977 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง 2546, 4-5) มีความสำคัญกับการสอนคณิตศาสตร์ เนื่องจาก Gagné ใช้คณิตศาสตร์เป็นสื่อสำหรับใช้อธิบายทฤษฎีการเรียนรู้ของเขา Gagné จำแนกสาระในการเรียนคณิตศาสตร์เป็น 4 ประเภท คือ

1. ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Facts) เป็นข้อเท็จจริงที่พบในทางคณิตศาสตร์ เช่น ตัวเลข (3) เป็นสัญลักษณ์แทนจำนวนหรือสิ่งของ เครื่องหมายลบ (–) เป็นสัญลักษณ์สำหรับการดำเนินการหักออกหรือการลดลง

2. ทักษะทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Skill) เป็นการกระทำตามขั้นตอนการทำงานที่ผู้เรียนทำด้วยความถูกต้องและรวดเร็ว ทักษะเฉพาะใดๆ อาจถูกนิยามได้จากกฎหรือลำดับขั้นตอนการทำงานที่เรียกว่า ขั้นตอนหรือวิธีการ (Algorithms)

3. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Concepts) เป็นความคิดนามธรรมที่ทำให้มนุษย์สามารถแยกแยะวัตถุหรือเหตุการณ์ว่าเป็นตัวอย่างหรือไม่เป็นตัวอย่างของความคิดที่เป็นนามธรรมนั้น ตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เช่น มโนทัศน์การเท่ากัน มโนทัศน์การเป็นสับเซต มโนทัศน์เกี่ยวกับลักษณะของสามเหลี่ยม เป็นต้น

4. กฎหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Principles) เป็นขั้นตอนในมโนทัศน์หรือความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่างๆ เช่น รูปสามเหลี่ยมสองรูปจะคล้ายกันก็ต่อเมื่อรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นมีด้านสองด้านเท่ากัน และมุมระหว่างด้านคู่ที่เท่ากันนั้นเท่ากันด้วย

Gagné (1977 อ้างถึงใน ทิศนา แขมณี 2552, 72-73) ได้แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 8 ประเภท คือ

1. การเรียนรู้สัญญาณ (Signal Learning) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่เป็นไปโดยอัตโนมัติ อยู่นอกเหนืออำนาจจิตใจ ผู้เรียนไม่สามารถบังคับพฤติกรรมไม่ให้เกิดขึ้นได้ การเรียนรู้แบบนี้เกิดจากการที่คนเรานำเอาลักษณะการตอบสนองที่มีอยู่แล้วมาสัมพันธ์กับสิ่งเร้าใหม่ที่มีความใกล้ชิดกับสิ่งเร้าเดิม

2. การเรียนรู้สิ่งเร้า – การตอบสนอง (Stimulus – Response Learning) เป็นการเรียนรู้ต่อเนื่องจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง แตกต่างจากการเรียนรู้สัญญาณเพราะผู้เรียนสามารถควบคุมพฤติกรรมตนองได้ ผู้เรียนแสดงพฤติกรรม เนื่องจากได้รับการเสริมแรง

3. การเรียนรู้การเชื่อมโยงแบบต่อเนื่อง (Chaining) เป็นการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองที่ต่อเนื่องกันตามลำดับ เป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการกระทำ การเคลื่อนไหว

4. การเชื่อมโยงทางภาษา (Verbal Association) เป็นการเรียนรู้ในลักษณะคล้ายกับการเรียนรู้การเชื่อมโยงแบบต่อเนื่อง แต่เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้ภาษา การเรียนรู้แบบการรับสิ่งเร้า – การตอบสนอง เป็นพื้นฐานของการเรียนรู้แบบต่อเนื่องและเชื่อมโยงทางภาษา

5. การเรียนรู้ความแตกต่าง (Discrimination Learning) เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถมองเห็นความแตกต่างของสิ่งต่างๆ โดยเฉพาะความแตกต่างตามลักษณะของวัตถุ

6. การเรียนรู้มโนทัศน์ (Concept Learning) เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถจัดกลุ่มสิ่งเร้าที่มีความเหมือนกันหรือแตกต่างกัน โดยสามารถระบุลักษณะที่เหมือนกันหรือแตกต่างกันได้ พร้อมทั้งสามารถขยายความรู้ไปยังสิ่งอื่นที่นอกเหนือจากที่เคยเห็นมาก่อนได้

7. การเรียนรู้กฎ (Rule Learning) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการรวมหรือเชื่อมโยงมโนทัศน์ตั้งแต่สองอย่างขึ้นไป และตั้งเป็นกฎเกณฑ์ขึ้น การที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้กฎเกณฑ์ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำการเรียนรู้นั้นไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ กันได้

8. การเรียนรู้การแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นการเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาโดยการนำกฎเกณฑ์ต่างๆ มาใช้ การเรียนรู้แบบนี้เป็นกระบวนการที่เกิดภายในตัวผู้เรียน เป็นการใช้กฎเกณฑ์ในขั้นสูงเพื่อการแก้ปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อน และสามารถนำกฎเกณฑ์ในการแก้ปัญหานี้ไปใช้กับสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน

Gagné (1977 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง 2546, 4-5) เชื่อว่าการเรียนรู้ทั้ง 8 ประเภทข้างต้น เกิดขึ้นในผู้เรียนเป็นลำดับ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นรับหรือจับใจความ (Apprehending Phase) เป็นขั้นที่ผู้เรียนตระหนักถึงสิ่งเร้าที่ตนเองประสบ ทำให้รับรู้ลักษณะของสิ่งเร้าเหล่านั้น ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนอาจรับรู้ในสิ่งเดียวกันแตกต่างกัน การเรียนรู้ในขั้นนี้จึงสามารถใช้อธิบายได้ว่า เพราะเหตุใดเมื่อผู้สอนสอนสิ่งเดียวกันผู้เรียนจึงตีความสิ่งนั้นแตกต่างกัน

2. ขั้นการได้มาซึ่งความรู้ (Acquisition Phase) เป็นขั้นที่ผู้เรียนรับและครอบครองความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง ทักษะ มโนทัศน์ และกฎหรือหลักการที่ตนเรียน ภายหลังจากการได้สัมผัสกับสิ่งเร้าในขั้นที่หนึ่ง

3. ขั้นการจัดเก็บความรู้ (Storage Phase) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจำหรือจัดเก็บสิ่งที่เรียนรู้มาเป็นความจำ ซึ่งมี 2 ชนิด คือ ความจำระยะสั้น (Short-Term Memory) และความจำระยะยาว (Long-Term Memory)

4. ขั้นการระลึกถึงหรือดึงความรู้มาใช้ (Retrieval Phase) เป็นขั้นที่ผู้เรียนระลึกถึงหรือดึงข้อมูลที่เก็บไว้ในความจำออกมา ซึ่งขั้นตอนนี้ความซับซ้อนทางสมองมากกว่าขั้นตอนอื่นๆ

2.5 ทฤษฎีการเรียนคณิตศาสตร์ของ Dienes

แนวคิดของ Dienes (2009 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง 2546, 2-3) ส่วนมากเกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งมีบางส่วนที่คล้ายคลึงกับของ Piaget เช่น การให้ความสำคัญกับการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีบทบาทและกระตือรือร้นในกระบวนการเรียนรู้ ทฤษฎีการเรียนคณิตศาสตร์ของ Dienes ประกอบด้วยกฎหรือหลัก 4 ข้อ ดังนี้

1. กฎของภาวะสมดุล (The Dynamic Principle) ความเข้าใจที่แท้จริงในมโนทัศน์ใหม่นั้น เป็นพัฒนาการที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน 3 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 เป็นขั้นพื้นฐานที่ผู้เรียนประสบกับมโนทัศน์ในกระบวนการที่ไม่มีโครงสร้างใดๆ เช่น การที่เด็กเรียนรู้จากของเล่นชิ้นใหม่โดยการเล่นของเล่นนั้น

ขั้นที่ 2 เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้พบกับกิจกรรมที่มีโครงสร้างมากขึ้น ซึ่งเป็นโครงสร้างที่คล้ายคลึงกับโครงสร้างของมโนทัศน์ที่ผู้เรียนจะได้เรียน

ขั้นที่ 3 เป็นขั้นที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่จะเห็นได้ถึงการนำมโนทัศน์เหล่านั้นไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ขั้นตอนทั้งสาม เป็นกระบวนการที่ Dienes เรียกว่า วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) ซึ่งเป็นสิ่งที่เด็กจะต้องประสบในการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ใหม่ๆ

2. กฎความหลากหลายของการรับรู้ (The Perceptual Variability Principle) การเรียนรู้มโนทัศน์จะมีประสิทธิภาพดีเมื่อผู้เรียนมีโอกาสรับรู้มโนทัศน์เดียวกันในหลายๆ

กระบวนการ ผ่านบริบททางกายภาพ นั่นคือ การจัดสิ่งที่เป็นรูปธรรมที่หลากหลายให้ผู้เรียนเพื่อเข้าใจโครงสร้างทางมโนทัศน์เดียวกันนั้น จะช่วยในการได้มาซึ่งมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Concept) ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

3. กฎความหลากหลายทางคณิตศาสตร์ (The Mathematical Variability Principle) การอ้างอิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Generalization of Mathematical Concept) หรือการนำ
มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นถ้าตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นั้นเปลี่ยนไปอย่างเป็นระบบ ในขณะที่คงไว้ซึ่งตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นั้นๆ เช่น การสอนมโนทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ตัวแปรที่ควรเปลี่ยนไป คือ ขนาดของมุม ความยาวของด้าน แต่สิ่งที่ควรคงไว้คือ ลักษณะของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่ต้องมีด้านสี่ด้าน และด้านตรงข้ามขนานกัน

4. กฎการสร้าง (The Constructively Principle) ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนามโนทัศน์จากประสบการณ์ในการสร้างความรู้ เพื่อก่อให้เกิดความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญและมั่นคง และจากพื้นฐานที่มั่นคงเหล่านี้ จะนำไปสู่การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ต่อไป การสร้างความรู้ควรมาก่อนการวิเคราะห์เสมอ เพราะเป็นไปไม่ได้ที่มนุษย์จะวิเคราะห์ในสิ่งที่ตนยังไม่รู้

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์

3.1 ความหมายของกระบวนการ

พิสณุ ฟองศรี (2551, 29-30) ได้ให้ความหมายของกระบวนการไว้ว่า กระบวนการ หมายถึง สิ่งที่บุคคลสร้างหรือพัฒนาขึ้นจากแนวคิด ทฤษฎี ประสบการณ์ จินตนาการ เพื่อถ่ายทอดออกมาแทนปรากฏการณ์ด้วยการนำเสนอให้เข้าใจง่าย กระชับ ถูกต้อง สามารถนำไปเป็นแนวทางสู่การปฏิบัติได้ โดยมีองค์ประกอบสำคัญอย่างน้อย 3 ประการ คือ วัตถุประสงค์ ตัวแปรหรือสาระสำคัญ และความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างตัวแปรอย่างเป็นระบบ

Nadler (1986 อ้างถึงใน พิสณุ ฟองศรี 2551, 29) ได้ให้ความหมายของกระบวนการไว้ว่า กระบวนการ หมายถึง การนำทฤษฎี แนวทาง และกรอบแนวคิดมาพัฒนา เพื่อให้ง่ายต่อการแปลความหมายของปรากฏการณ์ต่างๆ ได้

จากแนวคิดของนักการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่า กระบวนการ หมายถึง การนำทฤษฎี แนวทาง ประสบการณ์ จินตนาการ และกรอบแนวคิดมาพัฒนา เพื่อถ่ายทอดออกมาแทนปรากฏการณ์ด้วยการนำเสนอให้เข้าใจง่าย โดยมีองค์ประกอบสำคัญอย่างน้อย 3 ประการ คือ วัตถุประสงค์ ตัวแปรหรือสาระสำคัญ และความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างตัวแปรอย่างเป็นระบบ

3.2 ความหมายของมโนทัศน์

คำว่ามโนทัศน์ มีความหมายเดียวกันกับคำว่าคอนเซปต์ (Concept) ในภาษาอังกฤษ เมื่อนำมาใช้ในภาษาไทย ในทางปรัชญาอาจใช้คำว่า สังกัปหรือมโนภาพ ส่วนในแวดวงอื่น เช่น แวดวงวิชาการ การดำเนินธุรกิจ การสื่อสารมวลชน และการสื่อสารในระดับปัจเจกชนทั่วๆ ไป อาจใช้คำ

ว่า แนวคิด ความคิด ความคิดเห็น มโนทัศน์ หรืออาจใช้ทับศัพท์ภาษาอังกฤษว่า คอนเซปต์ แทนคำว่ามโนทัศน์ (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศักดิ์ 2546) ซึ่งได้มีผู้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ดังนี้

สมนึก ภัททิยธนี (2546, 19) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ลักษณะร่วมของสิ่งหนึ่งสิ่งใดหรือของเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เคยเกิดขึ้นหลายๆ ครั้ง หรือมีสิ่งนั้นหลายๆ อย่าง

เฉลิมลาภ ทองอาจ (2550) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง หมวดหมู่ทางความคิดเกี่ยวกับทุกสรรพสิ่งที่อยู่ในจิตใจ ซึ่งประกอบขึ้นจากตัวอย่างหรือสมาชิกที่มีลักษณะ คุณสมบัติหรือกฎเกณฑ์ที่ร่วมกันอยู่ ทำให้เกิดความแตกต่างจากหมวดหมู่อื่นๆ โดยใช้ถ้อยคำระบุชื่อและนิยามเพื่อแสดงขอบเขตของมโนทัศน์

พรรณี ชูทัย เจนจิต (2545) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความสามารถที่ผู้เรียนจะมองเห็นความเหมือนของสิ่งเร้าและสามารถจัดกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกันไว้เป็นพวกเดียวกันได้ นั่นคือการเรียนรู้ลักษณะที่แยกสิ่งของ การกระทำ หรือความคิดออกเป็นประเภทต่างๆ เช่น เรียนมโนทัศน์สัตว์บก ก็คือการเรียนรู้ลักษณะที่แยกออกจากสัตว์อื่นๆ

วนิช สุธารัตน์. (2544) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง กระบวนการของความคิดที่เกิดขึ้นจากการที่มนุษย์พยายามเรียนรู้ ทำความเข้าใจสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วย วัตถุ บุคคล ความคิด พฤติกรรม เหตุการณ์ คุณภาพ หรือความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ โดยวิธีการจัดระบบ การจัดหมวดหมู่ โดยอาศัยคุณลักษณะเฉพาะที่สิ่งต่างๆ เหล่านี้มีร่วมกันหรือมีความสัมพันธ์กันอยู่

สุรางค์ โค้วตระกูล (2552, 327) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง คำที่เป็นนามธรรม ใช้แทนสัตว์ วัตถุ สิ่งของ ที่ได้จัดไว้ในจำพวกเดียวกัน โดยถือลักษณะที่สำคัญหรือวิกฤตเป็นเกณฑ์

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2551, 120) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ผลสรุปจากการรับรู้ของบุคคล ซึ่งมีต่อสิ่งเร้าที่มีลักษณะต่างๆ ร่วมกันอยู่เป็นการรวบรวมสิ่งที่คล้ายคลึงกันเข้ารวมกัน เป็นกระบวนการอันเดียวกัน

Matlin (1986 อ้างถึงใน วนิช สุธารัตน์ 2544, 56) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง กลุ่มของวัตถุ ความคิด เหตุการณ์ ซึ่งมีลักษณะร่วมกันอยู่ สามารถจัดสิ่งต่างๆ เหล่านี้ เข้ากลุ่มกันได้โดยอาศัยคุณลักษณะที่คล้ายคลึงกัน

Medin (1987 อ้างถึงใน เกรียงศักดิ์ เจริญวงศักดิ์ 2546, 72) ได้ให้ความของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ภาพในความคิดที่เปรียบเสมือนภาพตัวแทน หมวดหมู่ของวัตถุ สิ่งของ แนวคิด หรือประกฏการณ์ ซึ่งมีลักษณะทั่วไปคล้ายๆ กัน

Klausmeier (1990 อ้างถึงใน David A. Jacobson, Pual Eggen and Donald Kauchak 2002, 42) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง กลุ่มหรือหมวดหมู่ของความคิดที่สมาชิกแต่ละตัวมีคุณลักษณะทั่วไป (Common Attribute) เหมือนกัน

Lang, McBeath และ Hebert (1994, 174) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง การรับรู้ส่วนบุคคลเกี่ยวกับหมวดหมู่หรือชุดของรายการที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ซึ่งสามารถแสดงเป็นคำพูด สัญลักษณ์ หรือว่ารูปภาพได้

Moore (2001, 106) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง กลุ่มของวัตถุ เงื่อนไข เหตุการณ์ หรือกระบวนการที่ถูกจัดเป็นหมวดหมู่ โดยใช้ความคล้ายคลึงกันหรือลักษณะที่เหมือนกันเป็นฐานในการจัดกลุ่ม

Gunter, Estes และ Schwab (2003, 135) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง คุณลักษณะที่นิยามขึ้นมาเพื่อแสดงคุณสมบัติที่แตกต่างกันของวัตถุหรือความคิด โดยจะประกอบไปด้วยสองคุณลักษณะคือ คุณลักษณะที่สำคัญและคุณลักษณะที่ไม่สำคัญ

Fox (2005, 284) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง กลุ่มที่ประกอบด้วยสมาชิกที่มีลักษณะร่วมกันตั้งแต่หนึ่งลักษณะหรือมากกว่า

จากความหมายของมโนทัศน์ของนักการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ลักษณะของความคิด วัตถุ เหตุการณ์ หรือสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่อยู่ในจิตใจหรือความคิด ซึ่งแต่ละลักษณะจะถูกจัดอย่างเป็นหมวดหมู่ โดยอาศัยการมีลักษณะร่วมที่คล้ายคลึงกันให้อยู่ในหมู่เดียวกัน และสามารถถ่ายทอดลักษณะเหล่านั้นออกมาเป็นคำพูด ข้อความ สัญลักษณ์ หรือว่ารูปภาพ

3.3 กระบวนการในการเกิดมโนทัศน์

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศักดิ์ (2546, 35-36) กล่าวไว้ว่า สมองสร้างมโนทัศน์ไว้ 2 ลักษณะ คือ

1. มโนทัศน์ของสิ่งที่เป็นรูปธรรมหรือกำหนดไว้ชัดเจน คนเราสามารถสร้างมโนทัศน์และให้ความหมายของสิ่งที่ตามองเห็น สามารถแยกประเภท จัดหมวดหมู่ตามลักษณะเด่น สามารถแยกแยะให้เห็นความคล้ายคลึงและความแตกต่างของ คน สัตว์ สิ่งของ กิริยา อาการ และคำศัพท์ต่างๆ เป็นต้น ซึ่งมโนทัศน์ของสิ่งเหล่านี้จะเป็นความจริง คือสามารถเห็นและพิสูจน์ได้อย่างประจักษ์แจ้ง จนทุกคนต้องยอมรับ

2. มโนทัศน์ของสิ่งที่เป็นนามธรรมหรือแต่ละคนกำหนดเอง มโนทัศน์ที่คนกำหนดขึ้นเองส่วนใหญ่จะเป็นมโนทัศน์ที่เป็นนามธรรม อันได้แก่ มุมมองความคิดเห็นของแต่ละบุคคล การประเมินคุณค่าของสิ่งต่างๆ การแสดงทัศนะความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง การวินิจฉัยความถูกผิด การตัดสินความผิดชอบชั่วดี การประเมินสถานการณ์ต่างๆ ที่ปะทะเข้ามาทางความคิด เป็นต้น มโนทัศน์ต่อเรื่องที่เป็นนามธรรมมักจะขึ้นอยู่กับการหล่อหลอมกรอบความคิดเกี่ยวกับเรื่องต่างๆ ของแต่ละบุคคล เรียกว่ากรอบโลกทัศน์/ชีวทัศน์ ซึ่งเป็นเสมือนตัวแบบในการตีความข้อมูลลักษณะใกล้เคียงกันที่เข้ามาในความคิด ทำให้แต่ละคนมีทัศนะต่อเรื่องเดียวกันแตกต่างกัน

De Cecco (1996 อ้างถึงใน วนิช สุธารัตน์ 2544, 64) ได้กล่าวถึงกระบวนการในการเกิดมโนทัศน์ว่า มีขั้นตอนต่างๆ เกิดขึ้นเรียงตามลำดับ 5 ขั้น ดังต่อไปนี้

1. การสัมผัส (Sensation) บุคคลจะต้องได้สัมผัสกับสิ่งเร้าโดยใช้อวัยวะต่างๆ เช่น ตาดู หูฟัง จมูกดมกลิ่น ลิ้นชิมรส กายได้สัมผัสต่อสิ่งเร้านั้น

2. การรับรู้ (Perception) เมื่อบุคคลได้สัมผัสสิ่งเร้าต่างๆ แล้ว ก็นำสิ่งเร้านั้นๆ มาแปลความหมาย ทำให้เกิดการรู้ การเข้าใจ ซึ่งถือว่าเป็นพื้นฐานอันสำคัญยิ่งของการเกิดมโนทัศน์

3. การจำ (Remember) เมื่อบุคคลได้สัมผัส ได้รับรู้ ขั้นต่อไปสมองก็จะต้องบันทึกสิ่งที่รู้สิ่งที่เข้าใจไว้ในหน่วยความจำของสมอง เพื่อที่จะได้นำกลับมาใช้ได้อย่างถูกต้องทันเวลา

4. การมองเห็นคุณลักษณะทั่วไป (Genralization) หรือบางที่ก็เรียกว่าการสรุปความเหมือนของสิ่งเร้าต่างๆ ที่พบเห็นมาได้ จากตัวอย่างที่กล่าวถึงมาแล้วคือ ลักษณะทั่วๆ ไปของนกที่สามารถสรุปได้คือ มีจะงอยปากแข็ง มีปีกแข็งแรง มีขนปกคลุมทั่วตัว มีลำคอยาว และบินได้ เป็นต้น ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่า นกโดยทั่วๆ ไป ล้วนแต่มีคุณสมบัติเหล่านี้อยู่ด้วยกันทั้งสิ้น

5. การมองเห็นความแตกต่าง (Discrimination) จากการที่สัมผัสรับรู้ บันทึกความจำไว้ในสมอง จนกระทั่งสามารถสรุปความเหมือนได้ มโนทัศน์ในเรื่องต่างๆ จะยังไม่เกิดขึ้นถ้าหากบุคคลไม่สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างสิ่งเร้าหลายๆ ชนิด เช่น ในกรณีของนกสองชนิด คือ เหยี่ยว กับนกกระจอก แม้ว่าจะมีคุณสมบัติเบื้องต้นเหมือนกัน คือความเป็นนก ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว แต่ก็ยังมีคุณสมบัติเฉพาะตัวอีกหลายเรื่องที่แตกต่างกัน บุคคลจึงจัดเหยี่ยวและนกกระจอกเป็นต่างชนิดกัน

3.4 หลักการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ได้มาซึ่งมโนทัศน์

การสอนมโนทัศน์เป็นภารกิจที่สำคัญยิ่งของผู้สอนในทุกระดับการศึกษา เพราะมโนทัศน์เป็นรากฐานของความคิด มนุษย์จะคิดไม่ได้ถ้าไม่มีมโนทัศน์ที่เป็นพื้นฐาน มโนทัศน์จะช่วยในการตั้งกฎเกณฑ์ หลักการต่างๆ และสามารถที่จะแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ได้ นอกจากนี้ มโนทัศน์เป็นเครื่องมือที่จะช่วยในการสื่อความหมายที่จะให้คนเรามีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน (สุรางค์ โค้วตระกูล 2552, 326) นักการศึกษาได้อธิบายหลักการสอนมโนทัศน์ไว้ดังนี้

พรรณี ชูทัย เจนจิต (2545, 45) ได้กล่าวถึงหลักในการสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ ไว้ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ในเรื่องใดแล้ว ผู้เรียนจะสามมารถทำอะไรได้บ้าง เช่น ผู้เรียนเรียนเรื่อง สัตว์บก แสดงว่าผู้เรียนต้องสามารถแยกสัตว์บกออกจากสัตว์ประเภทอื่นได้

2. วิเคราะห์มโนทัศน์ที่จะให้เรียน ถ้ามโนทัศน์ที่จะเรียนมีหลายลักษณะ พยายามลดลักษณะที่ไม่จำเป็นลง โดยเน้นลักษณะที่เด่นและสำคัญ โดยจัดลำดับเป็นหมวดหมู่ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจง่าย

3. ใช้สื่อทางภาษาในการสอน อธิบายให้เข้าใจหรือแนะให้สังเกตลักษณะร่วมที่เด่น การใช้ภาษาเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในการเรียนมโนทัศน์ ผู้เรียนต้องรู้จักคำต่างๆ มากๆ

4. ตัวอย่างที่นำมาให้ดูควรมีทั้งตัวอย่างที่ถูกและตัวอย่างที่ผิดควบคู่กันไป ซึ่งจะได้ผลดีกว่าตัวอย่างที่ถูกหรือผิดเพียงอย่างเดียว

5. ให้ดูตัวอย่างต่างๆในเชิงบวกและเชิงลบต่อเนื่องกันไป แต่ให้ตัวอย่างเชิงลบก่อนแล้วตามด้วยตัวอย่างเชิงบวก จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ง่ายขึ้น

6. ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถาม โต้ตอบ และให้กำลังใจ เป็นการเสริมแรงทุกระยะ ถือว่าการเสริมแรงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการเรียนมโนทัศน์

7. พยายามให้ผู้เรียนอธิบายความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่เรียนไปด้วยคำพูดของตัวเอง

Ausubel (1998 อ้างถึงใน สุรางค์ โค้วตระกูล 2552, 328) ได้กล่าวถึงหลักการสอนมโนทัศน์ไว้ 5 ประการ ดังนี้

1. เริ่มด้วยมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างและมีคุณลักษณะวิกฤติที่สามารถคลุมมโนทัศน์ที่ย่อยออกไปหลายๆ ชนิด

2. เน้นให้ผู้เรียนทราบถึงคุณลักษณะวิกฤติของมโนทัศน์

3. จัดกลุ่มสิ่งเร้าที่มีคุณลักษณะวิกฤติร่วมกับมโนทัศน์ที่ได้บอกผู้เรียนในข้อ 1

4. ใช้ตัวอย่างเฉพาะของสิ่งเร้า ซึ่งอาจจะเป็นสัตว์ วัตถุ ที่มีคุณลักษณะเหมือนกับมโนทัศน์

5. สรุปลักษณะที่เด่นหรือสำคัญของมโนทัศน์ย่อย พร้อมกับให้ยกตัวอย่าง

Kluasmeier และ Frayer (2001 อ้างถึงใน สุรางค์ โค้วตระกูล 2552, 117) ได้แบ่งการสอนมโนทัศน์ออกเป็น 3 กระบวนการ คือ 1) การสอนมโนทัศน์ขั้นรูปธรรมและขั้นเหมือน 2) การสอนมโนทัศน์ขั้นจัดกลุ่มเริ่มต้น และ 3) การสอนมโนทัศน์ขั้นที่มีวุฒิภาวะและเป็นกิจจะลักษณะ ซึ่งหลักการในการสอนมโนทัศน์ทั้ง 3 ระดับ มีดังนี้

1. หลักการสอนมโนทัศน์ขั้นรูปธรรมและขั้นเหมือน (Concrete/Identity Level Process)

1.1 แสดงตัวอย่างซึ่งอาจจะเป็นของจริงหรือรูปภาพ พร้อมกับมีของที่เหมือนกับตัวอย่างไว้หลายๆ อย่าง เช่น การสอนมโนทัศน์ของ “สี่เหลี่ยมจัตุรัส” ผู้สอนควรจะให้ตัวอย่างสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ต่างขนาดและต่างสี และขณะเดียวกันมีของที่ไม่ใช่ตัวอย่าง เช่น สามเหลี่ยมหรือวงกลมให้ดูด้วย เพื่อให้ผู้เรียนจะได้เห็นความแตกต่าง

1.2 ในขณะที่แสดงตัวอย่างให้ผู้เรียนดู ผู้สอนจะต้องบอกชื่อมโนทัศน์พร้อมๆ กับตัวอย่าง เช่น ถ้าให้ตัวอย่างรูป “สี่เหลี่ยมจัตุรัส” ผู้สอนควรจะบอกว่า “นี่คือสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ต่อจากนั้นชี้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสพร้อมกับถามผู้เรียนว่า“นี่คือรูปอะไร” หรือ “เราเรียกรูปนี้ว่าอะไร”

1.3 ผู้สอนต้องบอกข้อมูลย้อนกลับให้แก่ผู้เรียนทันทีว่า คำตอบของผู้เรียนถูกหรือผิด โดยบอกว่า “ถูกแล้ว เราะเรียกรูปนี้ว่าสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ถ้าผู้เรียนตอบผิดก็จะต้องบอกให้ทราบ การบอกให้ผู้เรียนทราบทันทีว่าคำตอบของผู้เรียนถูกหรือผิดจะช่วยให้ผู้เรียนจำสิ่งที่เรียนได้ดีขึ้น

1.4 ผู้สอนจะแสดงรูปภาพ “สี่เหลี่ยมจัตุรัส” ที่มีขนาดต่างไป หรือสีต่างไปให้ผู้เรียนดู และให้ผู้เรียนบอกว่า คืออะไร

1.5 ถ้ามีความจำเป็นที่จะต้องสอนผู้เรียนซ้ำตั้งแต่ข้อ 1 ก็ควรจะทำเพื่อความแน่ใจว่าผู้เรียนได้เรียนรู้มโนทัศน์ที่ผู้สอนตั้งใจจะสอน

2. หลักการสอนมโนทัศน์ขั้นจัดกลุ่มเริ่มต้น (Beginning Classificatory Level)

2.1 ผู้สอนยกตัวอย่างมโนทัศน์ที่ต้องการจะเสนอพร้อมกับสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างสัก 2-3 ชนิด เช่น การสอนมโนทัศน์ “สี่เหลี่ยมจัตุรัส” ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนดูตัวอย่างของ “สี่เหลี่ยมจัตุรัส” และสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่ารูปต่างๆ รวมทั้งรูปสี่ด้านไม่เท่าที่เกือบจะเหมือนกับ “สี่เหลี่ยมจัตุรัส”

2.2 ช่วยหรือแนะให้ผู้เรียนใช้วิธีอนุมานหรืออุปมาน เพื่อจะหาคุณลักษณะพิเศษของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เป็นต้นว่าอาจจะให้ผู้เรียนวัดด้านทั้ง 4 ของรูป “สี่เหลี่ยมจัตุรัส” เพื่อค้นพบว่าด้านทั้ง 4 มีความยาวเท่ากัน นอกจากนี้อาจจะให้ผู้เรียนค้นพบเองหรือผู้สอนช่วยแนะให้วัดมุมทั้ง 4 เพื่อที่จะค้นพบว่ามีมุมเท่ากัน 4 มุม

2.3 ลองให้ผู้เรียนให้คำจำกัดความของ “สี่เหลี่ยมจัตุรัส” ด้วยตนเอง แม้ว่าคำจำกัดความจะไม่สมบูรณ์ก็ตาม แต่อย่างน้อยผู้เรียนควรจะบอกคำจำกัดความได้ตามที่ค้นพบในขั้นที่ 2 คือ เป็นรูปที่มีด้านเท่ากัน 4 ด้าน และมีมุมเท่ากัน 4 มุม

2.4 ให้ผู้เรียนชี้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่อยู่รวมกับรูปสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่าอื่นๆ โดยใช้คุณลักษณะวิกฤติที่ผู้เรียนค้นพบในขั้น 2 เป็นเกณฑ์

3. การสอนมโนทัศน์ขั้นมีวุฒิภาวะและเป็นกิจจะลักษณะ (Mature Classificatory and Formal Level)

3.1 เตรียมตัวผู้เรียนให้มีความสนใจและใส่ใจในมโนทัศน์ที่จะเรียนรู้

3.2 ให้ตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ที่จะให้ผู้เรียนเรียนรู้พร้อมกับตัวอย่างที่ไม่เป็นมโนทัศน์ โดยให้ดูรูปหรือของสิ่งนั้นๆ

3.3 ช่วยผู้เรียนโดยการคิดตั้งคำถามเพื่อที่จะให้สามารถบอกชื่อและมโนทัศน์ที่จะเรียนรู้ได้

3.4 ช่วยผู้เรียนให้คำจำกัดความของมโนทัศน์และคุณลักษณะที่สำคัญหรือวิกฤติของมโนทัศน์โดยคำพูดของผู้เรียนเอง โดยที่ผู้สอนควรจะตั้งความคาดหวังไว้ว่า ผู้เรียนจะสามารถรวมคุณลักษณะทั้งหมดไว้ในคำจำกัดความได้

3.5 พยายามให้ผู้เรียนใช้มโนทัศน์ที่เรียนรู้แล้วในการแก้ปัญหาต่อไป

3.6 ควรบอกให้ผู้เรียนทราบว่ามโนทัศน์ที่ผู้เรียนให้มานั้นถูกหรือผิด

Kleausmeir และ Ripple (1999 อ้างถึงใน ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ 2551, 154) ได้กล่าวถึงหลักการสอนมโนทัศน์ไว้ สรุปได้ดังนี้

1. การเน้นคุณลักษณะของมโนทัศน์ ผู้สอนควรชี้ให้ผู้เรียนเห็นถึงลักษณะแต่ลักษณะของสิ่งเร้า ทั้งลักษณะใหญ่และลักษณะที่ย่อย เพื่อเป็นการช่วยให้ผู้เรียนสามารถแยกลักษณะที่ต่างกันได้ ซึ่งช่วยให้การเรียนรู้มโนทัศน์นั้นได้ง่ายขึ้น

2. การใช้ถ้อยคำที่เหมาะสม ผู้สอนจะต้องสอนให้ผู้เรียนรู้จักคำแสดงมโนทัศน์ ซึ่งสามารถสอนได้โดยการเสนอตัวอย่าง คำจำกัดความหรือถ้อยคำที่มีความหมายใกล้เคียงกับมโนทัศน์นั้น เพื่อให้ผู้เรียนทราบความหมายและความสัมพันธ์ระหว่างถ้อยคำเหล่านี้กับมโนทัศน์

3. การชี้ให้เห็นธรรมชาติของมโนทัศน์ที่เรียน ผู้สอนควรอธิบายให้ผู้เรียนทราบพื้นฐาน นิยาม โครงสร้างและธรรมชาติของมโนทัศน์ที่จะเรียนก่อน

4. การพิจารณาจัดลำดับของการเสนอตัวอย่าง ผู้สอนจะต้องเสนอตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ (positive instance) และตัวอย่างที่ไม่เป็นมโนทัศน์ (negative instance) ซึ่งตัวอย่างที่จะเสนอผู้เรียนนั้น ผู้สอนต้องใช้กลวิธีต่างๆ เพื่อเน้นลักษณะของมโนทัศน์ให้เด่นชัดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถจำแนกความแตกต่างและสรุปรวบยอดได้

5. การส่งเสริมและแนะนำให้เรียนค้นคว้า การเรียนด้วยการค้นคว้าจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยผู้สอนจะนำหน้าที่ผู้ชี้แนะแนวทาง ดังนั้นผู้สอนจะต้องทราบความรู้พื้นฐานวิธีเรียนและเจตคติที่มีต่อการเรียนของผู้เรียน เพื่อให้สามารถส่งเสริมผู้เรียนให้เรียนรู้ด้วยตนเองได้

6. การส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ประโยชน์จากการเรียนมโนทัศน์ ผู้สอนต้องสนับสนุนให้ผู้เรียนนำความรู้จากการเรียนมโนทัศน์ไปใช้ โดยยกตัวอย่างหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์จากมโนทัศน์ที่เรียนไปสู่มโนทัศน์ใหม่ และควรให้ผู้เรียนประเมินตนเองว่าเข้าใจมโนทัศน์เหล่านั้นหรือไม่

จากแนวคิดหลักการสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ของนักการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ในเรื่องใดแล้วผู้เรียนจะสามมารถทำอะไรได้บ้าง

2. วิเคราะห์มโนทัศน์ที่จะให้เรียน เริ่มด้วยมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างและมีคุณลักษณะวิกฤติที่สามารถคลุมมโนทัศน์ที่ย่อยออกไปหลายๆ ชนิด ถ้ามโนทัศน์ที่จะเรียนมีหลายลักษณะ พยายามลดลักษณะที่ไม่จำเป็นลง โดยเน้นลักษณะที่เด่นและสำคัญ โดยจัดลำดับเป็นหมวดหมู่ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจง่าย

3. ใช้สื่อทางภาษาในการสอน อธิบายให้เข้าใจหรือแนะให้สังเกตลักษณะร่วมที่เด่นการใช้ภาษาเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในการเรียนมโนทัศน์ ผู้เรียนต้องรู้จักคำต่างๆ มากๆ

4. ตัวอย่างที่นำมาให้ดูควรมีทั้งตัวอย่างที่ถูกและตัวอย่างที่ผิดควบคู่กันไป ซึ่งจะได้ผลดีกว่าตัวอย่างที่ถูกหรือผิดเพียงอย่างเดียว

5. ให้ดูตัวอย่างต่างๆในเชิงบวกและเชิงลบต่อเนื่องกันไป แต่ให้ตัวอย่างเชิงลบก่อนแล้วตามด้วยตัวอย่างเชิงบวก จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ง่ายขึ้น

6. ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถาม โต้ตอบ และให้กำลังใจ เป็นการเสริมแรงทุกระยะ ถือว่าการเสริมแรงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการเรียนมโนทัศน์

7. พยายามให้ผู้เรียนอธิบายความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่เรียนไปด้วยคำพูดของตัวเอง

3.5 การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ เป็นการสอนที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการให้ผู้เรียนได้สำรวจตรวจสอบ (investigation) ข้อมูล โดยผู้เรียนจะต้องวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการสร้างหลักการทั่วไปจากข้อมูลที่ตนเองสักเกต ซึ่งกระบวนการสอนนี้สามารถพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนหลายประการ ได้แก่ ทักษะการคิดอุปนัย ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง นักการศึกษาได้เสนอกระบวนการสอนมโนทัศน์ไว้ดังนี้

3.5.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ ของ Joyce, Weil และ Showers

Joyce, Weil และ Showers (1992, 144-158) ได้พัฒนากระบวนการสอนมโนทัศน์ขึ้น จากแนวคิดของ Bruner, Goodnow และ Austin มีใจความว่า “การบรรลุมโนทัศน์ (Concept Attainment) เป็นการค้นหาและรวบรวมคุณลักษณะของหมวดหมู่ต่างๆ เพื่อใช้ในการจำแนกตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ออกจากตัวอย่างที่ไม่เป็นมโนทัศน์” ซึ่งตัวอย่าง (Exemplars) และคุณลักษณะ (Attributes) ที่ใช้ในการจัดหมวดหมู่และบรรลุมโนทัศน์มีลักษณะเป็นดังนี้

1. ตัวอย่าง (Exemplars) เป็นส่วนหนึ่งของชุดของข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวม และการจัดหมวดหมู่จะเป็นการจัดกลุ่มของตัวอย่างที่มีลักษณะเฉพาะร่วมกันที่ไม่ปรากฏในกลุ่มตัวอย่างอื่นตั้งแต่ 1 ลักษณะขึ้นไป ซึ่งมโนทัศน์หรือการเรียนรู้จะเกิดจากการเปรียบเทียบและเห็นความแตกต่างของตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์กับตัวอย่างที่ไม่เป็นมโนทัศน์

2. คุณลักษณะ (Attributes) ข้อมูลทุกชนิดจะมีคุณสมบัติที่เรียกว่าคุณลักษณะ (Attributes) เช่น ประเทศชาติ จะมีอาณาเขต ประชากร และหน่วยงานราชการที่สามารถติดต่อกับประเทศอื่นๆ ได้ ส่วนเมืองนั้น จะมีอาณาเขต ประชากร และหน่วยงานราชการเหมือนกัน แต่ไม่อิสระในการติดต่อกับประเทศอื่นๆ คุณลักษณะที่ใช้ในการแยกแยะระหว่างคำว่าประเทศชาติออกจากคำว่าเมือง คือ ความสามารถในการติดต่อระหว่างประเทศประเทศ

ขั้นตอนการสอนมโนทัศน์ที่พัฒนาโดย Joyce, Weil และ Showers ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน รายละเอียดในแต่ละขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. การนำเสนอข้อมูลและการระบุมโนทัศน์ (Presentation of Data and Identification of Concept) ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

1.1 ผู้สอนนำเสนอตัวอย่างที่โดดเด่นทั้งที่เป็นตัวอย่างเชิงบวกและตัวอย่างเชิงลบ

1.2 ผู้เรียนเปรียบเทียบคุณลักษณะของตัวอย่างที่ผู้สอนนำเสนอ

1.3 ผู้เรียนตั้งสมมติฐานพร้อมทั้งทดสอบสมมติฐานที่วางไว้

1.4 ผู้เรียนกำหนดคำนิยามให้สอดคล้องกับคุณลักษณะสำคัญ

ในขั้นตอนที่ 1 ผู้สอนจะต้องนำเสนอตัวอย่างแก่ผู้เรียน 2 ลักษณะ คือ ตัวอย่างเชิงบวกและตัวอย่างเชิงลบ ซึ่งตัวอย่างที่นำมาเสนออาจเป็นเหตุการณ์ บุคคล วัตถุ เรื่องราว รูปภาพหรืออื่นๆ ที่สามารถเห็นความแตกต่างและแยกแยะได้ ตัวอย่างที่นำเสนอต้องมีการจัดเรียงอย่างเป็นลำดับและมีการระบุว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ผู้เรียนจะสร้างแนวความคิดเกี่ยวกับตัวอย่างเชิงบวกทั้งหมดว่ามีลักษณะใดร่วมกัน จากนั้นผู้สอนถามผู้เรียนถึงการเปรียบเทียบและให้แสดงถึงข้อแตกต่างของตัวอย่างที่นำเสนอ ซึ่งผู้สอนหรือผู้เรียนอาจจะมีการจดบันทึกคุณลักษณะที่นำเสนอไว้ และสุดท้ายคือ ผู้สอนจะถามผู้เรียนถึงชื่อของมโนทัศน์และสร้างกฎหรือคำนิยามของมโนทัศน์ที่สอดคล้องกับคุณลักษณะสำคัญ โดยผู้สอนจะทำการเฉลยสมมติฐานของผู้เรียนที่วางไว้ในขั้นต่อไป

2. การทดสอบความเข้าใจมโนทัศน์ (Testing Attainment of the Concept) ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

2.1 ผู้สอนนำเสนอตัวอย่างเพิ่มเติมแล้วให้ผู้เรียนแล้วให้ระบุว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” โดยใช้สมมติฐานในขั้นที่ 1 ในการพิจารณา

2.2 ผู้สอนเฉลยสมมติฐาน ชื่อมโนทัศน์ และให้คำนิยามที่สอดคล้องกับลักษณะสำคัญ

2.3 ผู้สอนให้ผู้เรียนยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

ในขั้นตอนที่ 2 ผู้เรียนจะมีการตรวจสอบว่ามโนทัศน์ที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยการพิจารณาตัวอย่างเพิ่มเติม จากนั้นผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันพิจารณาสมมติฐานที่วางไว้ว่าถูกต้องหรือไม่ หากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นกับมโนทัศน์หรือคุณลักษณะแล้ว ผู้สอนต้องทำการแก้ไขให้แก่ผู้เรียน เมื่อผู้เรียนทุกคนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องแล้ว ผู้สอนจึงให้ผู้เรียนยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับมโนทัศน์และคุณลักษณะสำคัญ

3. การวิเคราะห์กลยุทธ์การคิด (analysis of thinking strategies) ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

3.1 ผู้เรียนเขียนบรรยายแนวความคิดที่จะได้ซึ่งมโนทัศน์

3.2 ผู้เรียนอภิปรายเกี่ยวกับบทบาทของสมมติฐานและคุณลักษณะ

3.3 ผู้เรียนอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะและจำนวนข้อของสมมติฐานที่เกิดขึ้น

ในขั้นตอนที่ 3 ผู้เรียนจะต้องทำการวิเคราะห์ถึงกลยุทธ์หรือวิธีการในการได้มาซึ่งมโนทัศน์ของตัวเอง ผู้เรียนบางคนอาจพยายามคิดเป็นวงกว้างก่อนแล้วค่อยๆ ทำวงให้แคบลงเพื่อมุ่งประเด็นไปยังสิ่งที่สนใจ ผู้เรียนจะอธิบายหรือบรรยายกระบวนการวิธีคิดของตัวเองว่าสามารถสร้างสมมติฐานเพื่อให้ได้มาซึ่งลักษณะเฉพาะหรือมโนทัศน์ได้อย่างไร หรืออาจจะมุ่งเน้นไปที่ลักษณะหรือมโนทัศน์ ใช้เวลาพิจารณาลักษณะที่ประกฏในตัวอย่างเพียงครั้งเดียวหรือหลายๆ ครั้ง และผู้เรียนมีกระบวนการอย่างไร เมื่อพบว่าสมมติฐานเบื้องต้นที่วางไว้ไม่ถูกต้อง การวิเคราะห์เช่นนี้จะทำให้ผู้เรียนสามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกลยุทธ์ที่แตกต่างกันได้

3.5.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ของ Gunter, Estes และ Schwab

Gunter, Estes และ Schwab (2003, 82-93) ได้พัฒนากระบวนการสอนมโนทัศน์ขึ้นจากงานวิจัยของ Bruner, Goodnow และ Austin ซึ่ง Bruner และคณะได้กล่าวไว้ว่า “การจัดหมวดหมู่เป็นการแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของสิ่งต่างๆ ที่เสมอภาคกัน โดยการจัดกลุ่มของวัตถุ เหตุการณ์ และบุคคลที่มีลักษณะเดียวกันให้อยู่ด้วยกัน และใช้การเป็นสมาชิกของกลุ่มมากกว่าการมีลักษณะเฉพาะในการแสดงถึงความแตกต่างเหล่านั้น”

การสอนมโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสอนแบบอุปนัย (Inductive Process) จะช่วยให้ผู้เรียนนั้นเกิดมโนทัศน์ได้ง่ายขึ้น ซึ่งเกิดจากการเปรียบเทียบลักษณะของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นและไม่เป็นมโนทัศน์แล้วกำหนดคำนิยามของมโนทัศน์นั้นขึ้นมา

กระบวนการสอนมโนทัศน์ของ Gunter และคณะมีทั้งหมด 9 ขั้นตอน โดยขั้นตอนที่ 1 – 3 ต้องดำเนินการให้เสร็จเรียบร้อยก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รายละเอียดในแต่ละขั้นตอนนั้น สามารถสรุปได้ดังนี้

1. เลือกและระบุคำนิยามของมโนทัศน์ (Select and Define a Concept) ผู้สอนเลือกมโนทัศน์ที่ค่อนข้างมีกฎเกณฑ์หรือมีลักษณะที่ชัดเจน เช่น ชนิดของคำ(part of speech) ชนิดของประโยค (ประโยคสามัญ ประโยครวมและประโยคซ้อน) การจำแนกประเภททางชีววิทยา หรือรูปร่างในวิชาเรขาคณิต เป็นต้น และเป็นมโนทัศน์ที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงไปยังมโนทัศน์ที่อยู่เหนือกว่า (super ordinate concept) และมโนทัศน์ที่อยู่ต่ำกว่า (subordinate concept) ได้ง่าย เช่น มโนทัศน์ “แอปเปิ้ล” มีมโนทัศน์ที่อยู่เหนือกว่าคือมโนทัศน์ “ผลไม้” และมโนทัศน์ที่อยู่ต่ำกว่าคือ มโนทัศน์ “แอปเปิ้ลแมคอินทอช”

เมื่อเลือกมโนทัศน์แล้ว ผู้สอนต้องระบุคำนิยามของมโนทัศน์ให้ชัดเจนและเข้าใจง่าย ไม่ควรใช้คำนิยามในหนังสือโดยตรง อีกทั้งต้องพิจารณาความเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียนและจุดประสงค์การเรียนรู้ด้วย เพราะหลักการสำคัญของกระบวนการสอนคือ ผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างคำนิยามของมโนทัศน์ของตนเองอย่างอิสระ ซึ่งผู้เรียนจะได้ปฏิบัติในกิจกรรมขั้นที่ 6 การกำหนดในขั้นนี้จึงเป็นแต่เพียงแนวทางเพื่อกำหนดสิ่งที่เป็นตัวอย่างและไม่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์

2. เลือกลักษณะ (Select the Attributes) ผู้สอนเลือกลักษณะสำคัญที่ใช้สำหรับนิยามมโนทัศน์ เพื่อนำมาเป็นเกณฑ์ในการจำแนก ยกตัวอย่างเช่น มโนทัศน์ “สี่เหลี่ยม” ประกอบด้วยลักษณะที่สำคัญ ได้แก่ 1) เป็นรูปเรขาคณิต 2) มีสี่ด้าน 3) ประกอบด้วยมุม และ 4) ด้านตรงข้ามขนานและมีความยาวเท่ากัน

3. พัฒนาตัวอย่างเชิงบวกและตัวอย่างเชิงลบ (Develop Positive and Negative Examples) ผู้สอนจะต้องหาตัวอย่างให้มากที่สุด ทั้งตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ ซึ่งต้องเป็นตัวอย่างที่มีลักษณะสำคัญทั้งหมดของมโนทัศน์ และตัวอย่างที่ไม่เป็นมโนทัศน์ ซึ่งเป็นตัวอย่างที่มีลักษณะของมโนทัศน์ไม่ครบถ้วน นอกจากนี้ผู้สอนต้องศึกษาวิธีการเสนอตัวอย่างซึ่งมีหลายวิธี เช่น กรณีเสนอตัวอย่างของมโนทัศน์ “สี่เหลี่ยมผืนผ้า” ผู้สอนสามารถวาดภาพบนกระดานดำ ตัดกระดาษให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือฉายภาพตัวอย่างโดยใช้เครื่องภาพฉายข้ามศีรษะ (overhead projector) ก็ได้ แต่ทุกตัวอย่างต้องประกอบด้วยลักษณะสำคัญคือ มี 4 มุมและ 4 มุมฉาก ด้านแต่ละด้านขนานกับด้านตรงข้ามและยาวเท่ากัน หรือในกรณีการสอนมโนทัศน์เรื่อง “Romanticism” ในชั้นเรียนวรรณกรรม ผู้สอนควรนำรูปภาพจากสมัยดังกล่าวมาเป็นตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ และภาพจากยุคอื่นๆ จะใช้เป็นตัวอย่างที่ไม่เป็นมโนทัศน์ เป็นต้น

4. แนะนำกระบวนการแก่ผู้เรียน (Introduce the Process to the Students) ผู้สอนอธิบายเป้าหมายของกระบวนการสอนให้ผู้เรียนทราบว่า เมื่อสิ้นสุดกระบวนการผู้เรียนจะต้องระบุคำนิยามและลักษณะที่สำคัญของมโนทัศน์ด้วยถ้อยคำของผู้เรียนเอง ทั้งนี้ผู้สอนอาจแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่ากิจกรรมต่อไปคือเกม ซึ่งผู้เรียนจะต้องเก็บข้อมูลไว้เป็นความลับกระทั่งจบกิจกรรมจากนั้นผู้สอนขีดเส้นแบ่งกระดานดำออกเป็น 2 ส่วน กำหนดให้ส่วนหนึ่งใช้สำหรับเขียน

บันทึกรายการของลักษณะที่ปรากฏในตัวอย่างที่ไม่เป็นมโนทัศน์ จากนั้นผู้สอนแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่า ผู้เรียนมีหน้าที่วิเคราะห์หาลักษณะสำคัญจากตัวอย่างที่ผู้สอนเสนอ

5. นำเสนอตัวอย่างและจดรายการลักษณะ (Present the Examples and List the Attributes) ผู้สอนเริ่มเสนอตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ โดยกล่าวว่า “ตัวอย่างนี้เป็นมโนทัศน์” แล้วให้ผู้เรียนบอกลักษณะทุกประการที่สังเกตได้ ผู้สอนเขียนลักษณะที่ผู้เรียนทุกคนบอกบนกระดานในด้านที่ใช้สำหรับจดรายการลักษณะตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ จากนั้นผู้สอนเสนอตัวอย่างทั้งที่เป็นมโนทัศน์และไม่เป็นมโนทัศน์หลายๆ ตัวอย่าง พร้อมกับระบุให้ผู้เรียนทราบว่าตัวอย่างที่จะเสนอในลำดับต่อไป เป็นมโนทัศน์หรือไม่เป็นมโนทัศน์ โดยหลังการเสนอตัวอย่างแต่ละครั้งให้ผู้เรียนอภิปรายในประเด็นลักษณะที่ปรากฏในตัวอย่างใหม่ที่เป็นมโนทัศน์ พร้อมกับเน้นให้ผู้เรียนเห็นถึงลักษณะร่วมที่ปรากฏในตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์แต่ไม่ปรากฏในตัวอย่างที่ไม่เป็นมโนทัศน์ เพื่อให้ผู้เรียนวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างตัวอย่างทั้ง 2 ประเภท

6. พัฒนาและสร้างนิยามของมโนทัศน์ (Develop a Concept Definition) เมื่อเสนอตัวอย่างครบถ้วนแล้ว ผู้สอนให้ผู้เรียนเขียนคำนิยามมโนทัศน์จากรายการลักษณะของตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ที่บันทึกไว้บนกระดานดำ ซึ่งจะต้องประกอบด้วยลักษณะที่สำคัญอย่างครบถ้วน ในขั้นนี้ ผู้สอนต้องสนับสนุนให้ผู้เรียนพยายามเขียนนิยามโดยใช้ถ้อยคำของตนเอง จากนั้นผู้สอนหรือเพื่อนผู้เรียนคนอื่นๆ ให้ข้อแนะนำเพิ่มเติมแล้วอธิบายนิยามที่ถูกต้อง ซึ่งผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะการตั้งนิยาม อย่างไรก็ตาม ผู้สอนต้องตระหนักว่าวัตถุประสงค์ที่แท้จริงของการให้ผู้เรียนนิยามมโนทัศน์ คือ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ด้วยตนเอง

7. ให้ตัวอย่างเพิ่มเติม (Give Additional Examples) เมื่อผู้เรียนนิยามมโนทัศน์แล้ว ผู้สอนจะต้องเสนอตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และไม่เป็นมโนทัศน์เพิ่มเติม แล้วให้ผู้เรียนระบุว่า ตัวอย่างที่ผู้สอนเสนอนั้นเป็นมโนทัศน์หรือไม่เป็นมโนทัศน์ เพื่อทดสอบว่าผู้เรียนเข้าใจมโนทัศน์หรือไม่ หากผู้เรียนยังไม่สามารถระบุตัวอย่างเหล่านี้ได้ ผู้สอนควรเสนอตัวอย่างในขั้นที่ 5 ซ้ำอีกครั้ง เพื่อให้ผู้เรียนทบทวนลักษณะของตัวอย่างทั้งสองประเภท

8. อภิปรายกระบวนการกับเพื่อนในชั้น (Discuss the Process with the Class) ขั้นนี้ ผู้เรียนต้องอภิปรายกับเพื่อนในชั้นเรียนเกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเองว่า มีวิธีการจำแนกหรือจัดหมวดหมู่ข้อมูลอย่างไร ซึ่งผู้เรียนจะได้ฝึกการคิดวิเคราะห์กระบวนการที่ทำให้เข้าใจมโนทัศน์ นอกจากนี้ ในด้านมนุษยสัมพันธ์ ผู้เรียนยังได้ฝึกการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและรู้จักแก้ไขความคิดเห็นของตนเอง จากนั้นผู้สอนให้ผู้เรียนอภิปรายประโยชน์ของการพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์และการจัดหมวดหมู่สิ่งต่างๆ

9. ประเมินผล (evaluate) ผู้สอนให้ผู้เรียนยกตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และไม่เป็นมโนทัศน์ และอธิบายให้ผู้สอนและเพื่อนฟังว่า ตัวอย่างนั้นเป็นมโนทัศน์หรือไม่เป็นมโนทัศน์เพราะเหตุใด

3.5.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ของ Lasley Matczynski และ Rowley

Lasley Matczynski และ Rowley (2002, 117-121) ได้กล่าวว่า กระบวนการสอนมโนทัศน์ เป็นกระบวนการสอนที่มีประโยชน์ต่อการสอนเพื่อให้เกิดทักษะการคิดแบบอุปนัย และได้เสนอการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. การระบุมโนทัศน์ (concept identification) กระบวนการสอนมโนทัศน์ไม่สามารถที่จะใช้หรือไม่ควรที่จะใช้กับทุกๆ มโนทัศน์ การคิดเชิงมโนทัศน์ที่จะใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ได้นั้นต้องมีสมบัติที่สำคัญ มีความสัมพันธ์กันอย่างชัดเจน และมีคุณลักษณะที่พิเศษ ดังนั้นผู้สอนต้องเลือกและระบุมโนทัศน์สำหรับบทเรียนที่ต้องการสอนให้แก่ผู้เรียน โดยทำการศึกษาและพินิจพิเคราะห์จากแบบเรียน ขอบเขตของหลักสูตรที่กำหนด หรือประเมินจากสิ่งที่ผู้เรียนต้องการเพื่อที่จะก่อให้เกิดมโนทัศน์ในแต่ละเรื่อง

2. การระบุตัวอย่าง (exemplar identification) การจัดเตรียมตัวอย่างให้แก่ผู้เรียน เป็นหัวใจสำคัญในการสอนโดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ ตัวอย่างที่ใช้จะประกอบด้วยตัวอย่างเชิงบวกและตัวอย่างเชิงลบ ซึ่งผู้สอนต้องนำเสนอตัวอย่างเชิงบวกและตัวอย่างเชิงลบให้หลากหลายและมีปริมาณเพียงพอที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการแยกแยะได้ว่าตัวอย่างที่แสดงนั้น เป็นมโนทัศน์หรือไม่เป็นมโนทัศน์ ตัวอย่างเชิงบวกจะเป็นตัวอย่างที่แสดงคุณลักษะที่สำคัญทั้งหมดของมโนทัศน์ ในการเลือกตัวอย่างเชิงบวก แต่ละตัวอย่างควรสามารถที่จะทำให้มองเห็นภาพลักษณะที่จำเป็นของมโนทัศน์ ส่วนตัวอย่างเชิงลบจะเป็นตัวอย่างที่แสดงถึงลักษณะที่ไม่สำคัญต่อมโนทัศน์ ในการเลือกตัวอย่างที่เป็นลบนั้น ควรแน่ใจว่าเป็นคุณลักษณะที่ไม่จำเป็นต่อมโนทัศน์ มีความแตกต่างที่หลากหลายและสามารถอธิบายได้ว่าสิ่งใดไม่เป็นมโนทัศน์

3. การตั้งสมมติฐาน (hypothesizing) ในการสอนโดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์นั้น ผู้เรียนจะมีการตั้งคำถามเพื่อที่จะระบุคุณลักษณะทั่วไปของมโนทัศน์และจะสามารถระบุชื่อของมโนทัศน์จากตัวอย่างที่ผู้สอนนำเสนอได้ในที่สุด ขั้นตอนที่ 2 และขั้นตอนที่ 3 เป็นวงจรที่มีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือเมื่อผู้เรียนสังเกตตัวอย่างที่ผู้สอนนำเสนอก็จะมีการตั้งสมมติฐานขึ้น จากนั้นผู้สอนก็จะนำเสนอตัวอย่างเพิ่มเติมเพื่อเป็นข้อมูลให้ผู้เรียนตรวจสอบสมมติฐานที่วางไว้ ที่สำคัญต้องมีการอภิปรายถึงคุณลักษณะที่จำเป็นในห้องเรียน เพื่อที่จะกำจัดสมมติฐานที่ไม่ถูกต้องออกไป

ในขั้นตอนนี้ จะประกอบด้วยขั้นตอนย่อยดังนี้

1. ผู้สอนนำเสนอตัวอย่างหลายๆ ตัวอย่าง ซึ่งจะมีทั้งตัวอย่างเชิงบวกและตัวอย่างเชิงลบ
2. ผู้เรียนวิเคราะห์ตัวอย่างที่ผู้สอนนำเสนอแล้วตั้งสมมติฐาน และยืนยันสมมติฐานของตัวเอง
3. ผู้สอนนำเสนอตัวอย่างเพิ่มเติม
4. ผู้เรียนปรับปรุงสมมติฐานที่วางไว้และกำจัดสมมติฐานที่ไม่เกี่ยวข้องออก

5. ผู้สอนและผู้เรียนยืนยันสมมติฐานที่ถูกต้องและกำจัดสมมติฐานที่ไม่เกี่ยวข้องออก

4. การปิด (closure) ผู้สอนทบทวนสมมติฐานที่ได้จากขั้นที่ 3 เพื่อให้ผู้เรียนช่วยกันคิดหาข้อสรุปเกี่ยวกับลักษณะของมโนทัศน์ ชื่อและนิยามของมโนทัศน์

5. การนำไปใช้ (application) ผู้เรียนประยุกต์ใช้สมมติฐานที่ถูกต้องเพื่อสร้างตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และไม่เป็นมโนทัศน์ ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้ตรวจสอบว่าผู้เรียนเข้าใจมโนทัศน์ถูกต้องหรือไม่

3.5.4 การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ของ Arends

Arends (2009, 327-332) ได้กล่าวถึงการวางแผนและการดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ สรุปได้ดังนี้

1. การวางแผนสำหรับการสอนมโนทัศน์ (planning for concept teaching) ประกอบด้วยกิจกรรมต่อไปนี้

ในการออกแบบบทเรียนมโนทัศน์นั้น ผู้สอนต้องกำหนดว่าจะสอนมโนทัศน์อะไรและจะสอนโดยใช้ยุทธวิธีการใด ซึ่งผู้สอนต้องนิยามและทำการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่จะสอนอย่างละเอียดรอบคอบ ต้องมีการกำหนดตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และไม่เป็นมโนทัศน์ พร้อมทั้งเลือกวิธีที่ดีที่สุดในการนำเสนอตัวอย่างเหล่านั้น

1.1 การเลือกมโนทัศน์ (selecting concepts) หลักสูตรถือว่าเป็นแหล่งข้อมูลเบื้องต้นที่ผู้สอนต้องทำการศึกษาเพื่อเลือกมโนทัศน์ที่ต้องการสอน นอกจากนี้ผู้สอนอาจพิจารณาเลือกคำสำคัญของมโนทัศน์ที่จะสอนจากแบบเรียนประกอบด้วยก็ได้

1.2 การกำหนดวิธีการสอน (deciding on an approach) ในการสอนมโนทัศน์นั้น ผ้าอรต้องสอนให้ผู้เรียนได้องค์ประกอบต่างๆ ของมโนทัศน์ กล่าวคือ ผู้เรียนต้องสามารถระบุชื่อของมโนทัศน์ได้ ให้คำนิยามของมโนทัศน์ได้ ระบุลักษณะของมโนทัศน์ได้ และระบุตัวอย่างที่เป็นและไม่เป็นมโนทัศน์ได้ ซึ่งวิธีการในการสอนมีด้วยกันหลายวิธี แต่ในที่นี้จะนำเสนอเพียง 2 วิธีคือ

1) วิธีการสอนแบบนำเสนอทางตรง (direct presentation approach) เป็นการสอนที่ใช้กระบวนการนิรนัยจากกฎเกณฑ์ไปสู่ตัวอย่าง วิธีนี้เริ่มจากการที่ผู้สอนบอกชื่อและให้คำนิยามของมโนทัศน์ให้ผู้เรียนทราบก่อน จากนั้นจึงเสนอตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และไม่เป็นมโนทัศน์เพื่อเป็นการเสริมสร้างหรือสนับสนุนความเข้าใจให้แก่ผู้เรียน วิธีนี้เหมาะสำหรับพัฒนามโนทัศน์ของผู้เรียนที่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์มาก่อน หรือมีความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์มาก่อนเพียงเล็กน้อย

2) วิธีการสอนแบบบรรลุมโนทัศน์ (concept attainment approach) เป็นการสอนที่ใช้กระบวนการอุปนัยจากตัวอย่างไปสู่กฎเกณฑ์ วิธีนี้เริ่มจากผู้สอนเสนอตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และไม่เป็นมโนทัศน์ให้ผู้เรียนพิจารณาก่อน แล้วผู้เรียนค้นหาหรือค้นพบมโนทัศน์ด้วยตัวผู้เรียนเอง แล้วจึงให้ผู้เรียนระบุชื่อและคำนิยามของมโนทัศน์

วิธีการนำเสนอทางตรง เหมาะสำหรับพัฒนามโนทัศน์ของผู้เรียนที่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ที่จะสอนมาก่อน หรือมีความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์นั้นมาก่อนเพียงเล็กน้อย ส่วน

วิธีการบรรลุมโนทัศน์นั้น เหมาะสำหรับผู้เรียนที่มีความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์มาก่อน โดยมีเป้าหมายเพื่อขยายคุณลักษณะวิกฤติของมโนทัศน์เจาะจง และเรียนรู้กระบวนการในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย

1.3 การนิยามมโนทัศน์ (defining concept) ลักษณะวิกฤติ (critical attributes) หรือการนิยามลักษณะ เป็นคุณลักษณะทั้งหมดที่ปรากฏอยู่ในทุกๆ ตัวอย่างของมโนทัศน์ที่นำเสนอ และสามารถใช้คุณลักษณะนั้นในการที่จะจำแนกออกจากมโนทัศน์อื่นๆ ลักษณะวิกฤตเหล่านี้ จะเป็นคุณลักษณะที่ใช้ในการนิยามมโนทัศน์ต่อไป นิยามและลักษณะวิกฤติที่ได้ ต้องเกิดจากการพินิจพิเคราะห์อย่างรอบคอบ ซึ่งในการนิยามมโนทัศน์นั้นจะประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) กำหนดชื่อของมโนทัศน์ 2) ระบุลักษณะวิกฤติและลักษณะทั่วไปของมโนทัศน์ 3) ให้คำนิยามอย่างรวบรัดและรัดกุม

1.4 การวิเคราะห์มโนทัศน์ (analyzing concepts) แต่ละมโนทัศน์ที่เลือกและถูกนิยามโดยคุณลักษณะวิกฤตินั้น ต้องสามารถแยกตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และตัวอย่างที่ไม่เป็นมโนทัศน์ออกจากกันได้ ตัวอย่างที่เลือกจะเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างความเป็นนามธรรมของมโนทัศน์ กับความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ตัวอย่างที่ใช้ต้องมีความหมายแก่ผู้เรียนและเป็นรูปธรรมมากที่สุดเท่าที่จะเป็นได้ สิ่งสำคัญในการสอนและการวิเคราะห์มโนทัศน์ คือการแยกลักษณะที่แตกต่างกัน ออกจากกัน

1.5 การเลือกและจัดลำดับการนำเสนอตัวอย่าง (choosing and sequencing examples and nonexamples) ตัวอย่างที่เลือกใช้เพื่อแสดงมโนทัศน์นั้น ถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ในแรกเริ่ม ผู้สอนควรเลือกตัวอย่างที่ผู้เรียนคุ้นเคยมาก่อนและควรให้ผู้เรียนพิจารณาตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ก่อน แล้วจึงให้ผู้เรียนพิจารณาตัวอย่างที่ไม่เป็นมโนทัศน์ทีหลัง ผู้สอนควรนำเสนอตัวอย่างของมโนทัศน์ที่เป็นแบบฉบับ (typical examples) ซึ่งเป็นตัวอย่างที่ผู้เรียนส่วนใหญ่รู้จักมากที่สุดก่อนที่จะนำเสนอตัวอย่างอื่นๆ และควรพิจารณาคุณภาพของตัวอย่างด้วยการพิจารณาจากลักษณะที่ไม่สำคัญ กล่าวคือ ภายในกลุ่มของตัวอย่างที่เป็นเป็นมโนทัศน์ ผู้สอนต้องพยายามเลือกตัวอย่างที่มีลักษณะไม่สำคัญให้ต่างกันมากที่สุด และระหว่างกลุ่มของตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และไม่เป็นมโนทัศน์ ผู้สอนควรเลือกตัวอย่างที่มีลักษณะไม่สำคัญให้เหมือนกันมากที่สุด การเลือกตัวอย่างเช่นนี้ มีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนพิจารณาเฉพาะลักษณะที่สำคัญเท่านั้น

1.6 การใช้ภาพประกอบ (use of visual image) ผู้สอนควรใช้ภาพหรือแผนผังกราฟิก (graphic organization) เพื่อเน้นลักษณะของมโนทัศน์ให้เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้รูปภาพยังเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการนำข้อมูลจากความทรงจำระยะยาวกลับคืนมาเพื่อเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ๆ

2. ขั้นตอนการสอน (syntax for concept teaching) มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 อธิบายจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนและกำหนดแนวทาง (clarifying aims and establishing set) ผู้สอนจะต้องอธิบายให้ผู้เรียนทราบว่าเป้าหมายของการเรียน วิธีการสอนและมโนทัศน์ที่จะเรียนนั้นมีความสำคัญอย่างไร แล้วผู้สอนเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะเรียน โดยการอธิบายสรุปภาพรวมของการจัดการเรียนรู้ย่อๆ ตั้งคำถาม หรือเล่าเกร็ดที่น่าสนใจเพื่อทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน

2.2 เสนอตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และไม่เป็นมโนทัศน์ (input of examples and nonexamples) ผู้สอนเสนอตัวอย่างให้ผู้เรียนพิจารณา โดยเลือกวิธีเสนอ ดังนี้

2.2.1 วิธีเสนอทางตรง (the direct presentation approach) ประกอบด้วยกิจกรรมต่อไปนี้

1) บอกชื่อและนิยามของมโนทัศน์แก่ผู้เรียน

2) บอกลักษณะที่สำคัญและเสนอตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ แล้วจึงนำเสนอตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และไม่เป็นมโนทัศน์เพิ่มเติม

2.2.2 วิธีสร้างความเข้าใจมโนทัศน์ (the concept attainment approach) ประกอบด้วยกิจกรรมต่อไปนี้

1) นำเสนอตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และไม่เป็นมโนทัศน์

2) สนับสนุนให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐานเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะที่ปรากฏในตัวอย่างในข้อ 1) และบันทึกเหตุผลที่ตั้งสมมติฐานเช่นนั้น กิจกรรมนี้ผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนมุ่งความสนใจไปยังการเปรียบเทียบลักษณะของตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และไม่เป็นมโนทัศน์ บันทึกสมมติฐานและลักษณะที่สำคัญบนกระดาน ให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนแล้วให้ข้อมูลเพิ่มถ้าจำเป็น

2.3 ทดสอบความเข้าใจมโนทัศน์ (test for attainment) ผู้สอนทดสอบความเข้าใจมโนทัศน์ของผู้เรียน ด้วยการให้ผู้เรียนระบุตัวอย่างที่เสนอครั้งใหม่ว่า ตัวอย่างนั้นเป็นมโนทัศน์หรือไม่เป็นมโนทัศน์ และให้อธิบายเหตุผลประกอบด้วย ขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องทดสอบหรือปรับปรุงสมมติฐานของตน จากนั้นผู้เรียนยกตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และไม่เป็นมโนทัศน์ของตนเอง

2.4 วิเคราะห์กระบวนการคิดของผู้เรียนและสร้างการเรียนรู้ (analyze student thinking process and integration of learning) ผู้สอนใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง (metacognition) ในขณะที่กำลังพิจารณาตัวอย่าง เช่น ผู้เรียนจัดกลุ่มตัวอย่างเหล่านี้โดยใช้เกณฑ์ใด มโนทัศน์นี้สัมพันธ์กับมโนทัศน์อื่นอย่างไร ลักษณะที่ไม่สำคัญมีผลต่อการเข้าใจมโนทัศน์หรือไม่ เป็นต้น ขั้นนี้ ผู้สอนควรสนับสนุนให้ผู้เรียนกล้าแสดงออกด้วยการให้ผู้เรียนอภิปรายกระบวนการคิดของตนร่วมกับเพื่อนผู้เรียน

3. การจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ (managing the learning environment) ผู้สอนต้องจัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนให้สอดคล้องกับวิธีสอน กล่าวคือ ถ้าผู้สอนใช้วิธีเสนอทางตรง ผู้สอนควรจัดสิ่งแวดล้อมหรือบรรยากาศในชั้นเรียนให้เข้มงวด เนื่องจากผู้เรียนต้องตั้งใจพิจารณาคำนิยามและลักษณะที่สำคัญ แต่หากใช้วิธีสร้างความเข้าใจมโนทัศน์ ผู้สอนต้องจัดบรรยากาศให้อิสระและยืดหยุ่น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และกล้าแสดงความคิดเห็น สนับสนุน หรือโต้แย้ง

4. การประเมินผล (assessment and evaluation) ผู้สอนประเมินพฤติกรรมความเข้าใจมโนทัศน์ของผู้เรียน ได้แก่ สามารถให้คำนิยาม ระบุลักษณะที่สำคัญ บอกตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และไม่เป็นมโนทัศน์ได้ และบอกว่าสิ่งที่กำลังพิจารณาเป็นมโนทัศน์หรือไม่ โดยใช้วิธีประเมินที่หลากหลาย เช่น ข้อสอบถูกผิด ข้อสอบตัวเลือก ข้อสอบจับคู่ ให้ตอบสั้นๆ หรือ

เรียงความขนาดสั้น นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ให้น่าสนใจ เช่น ประเมินโดยใช้เกม 20 คำถาม เป็นต้น

3.5.5 การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ของ Smith และ Ragan

Smith และ Ragan (2005, 176-178 อ้างถึงใน เฉลิมลาภ ทองอาจ 2550, 44-47) เสนอการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ ซึ่งมี 4 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. ขั้นนำ (introduction) ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

1.1 สร้างความตั้งใจและกระตุ้นความสนใจ (deploy attention interest and motivation) ผู้สอนแสดงรูปภาพที่น่าสนใจ เล่าเรื่องขำขันที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ หรือกล่าวถึงข้อมูลเกี่ยวกับประวัติความเป็นมาและประโยชน์ของมโนทัศน์เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน

1.2 ตั้งวัตถุประสงค์ (establish instructional purpose) กรณีที่ผู้สอนใช้วิธีสอนแบบอธิบาย (expository approach) ผู้สอนต้องอธิบายวัตถุประสงค์การเรียนมโนทัศน์ให้ผู้เรียนฟังอย่างชัดเจนก่อนเสนอตัวอย่าง แต่หากใช้วิธีสืบสอบ ควรอธิบายหลังจากผู้เรียนเกิดความเข้าใจมโนทัศน์แล้ว

1.3 เสนอบทเรียนเบื้องต้น (preview lesson) ผู้สอนเสนอเนื้อหาในบทเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์โดยย่อ และอธิบายวิธีการดำเนินกิจกรรมให้ผู้เรียนทราบว่า ผู้เรียนต้องพิจารณาตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และไม่เป็นมโนทัศน์ จนกระทั่งสามารถจำแนกความแตกต่างของตัวอย่างทั้ง 2 ประเภท จากนั้นผู้เรียนจะต้องอธิบายกระบวนการคิดของตนเองและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนผู้สอน

2. ขั้นสอน (body) ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

2.1 ทบทวนความรู้เดิม (recall prior knowledge) ผู้สอนพิจารณาว่ามีลักษณะหรือมโนทัศน์ใดที่ผู้เรียนควรทราบก่อนเรียนมโนทัศน์ใหม่ (prerequisite concepts) หรือไม่ จากนั้นทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน เพื่อให้เข้าใจลักษณะหรือมโนทัศน์เหล่านั้น ซึ่งสามารถใช้เทคนิคต่างๆ เช่น การสนทนาซักถาม การทดสอบก่อนเรียน (pretest) การใช้ผังกราฟฟิก (graphic organizers) การอธิบายสรุป เป็นต้น

2.2 การประมวลผลข้อมูลและการเสนอตัวอย่าง (process information and examples) ผู้สอนเสนอตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ที่ดีที่สุดหรือเป็นแบบฉบับของมโนทัศน์ (protype) และควรเป็นตัวอย่างที่ผู้เรียนมีประสบการณ์ เพื่อเน้นลักษณะที่สำคัญของมโนทัศน์ แล้วแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่า ตัวอย่างที่ผู้เรียนพิจารณามีลักษณะสำคัญที่ผู้เรียนจะต้องค้นหา จากนั้นผู้สอนเสนอตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และตัวอย่างที่ไม่เป็นมโนทัศน์สลับกัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการสร้างข้อสรุป (generalization)

2.3 การเน้นความสนใจ (focus attention) ผู้สอนเน้นความสนใจของผู้เรียนด้วยการให้ผู้เรียนระบุลักษณะที่สำคัญและจำแนกเป็นข้อให้ชัดเจน แล้วผู้สอนเขียนลักษณะไว้บนกระดานหรือให้ผู้เรียนบันทึกไว้ สำหรับผู้ธียนที่มีอายุน้อย มีการเรียนรู้ช้าหรือมีความกังวล ผู้สอนควรใช้ภาพที่แสดงลักษณะที่สำคัญของมโนทัศน์เพื่อช่วยเน้นความสนใจของผู้เรียนกลุ่มนี้ กรณีที่เป็น

มโนทัศน์นามธรรม ผู้สอนควรบอกนิยามหรืออธิบายเพื่อนให้ผู้เรียนสนใจเฉพาะลักษณะสำคัญของมโนทัศน์เท่านั้น และให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนว่า การตอบสนองต่อตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์นั้นถูกต้องหรือไม่ อย่างไร

2.4 ใช้กลยุทธ์การเรียนรู้ (employ learning strategies) ผู้สอนต้องใช้กลยุทธ์การเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจมโนทัศน์ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งกลยุทธ์ที่สำคัญมีดังนี้

2.4.1 การใช้แผนผังมโนทัศน์ต้นไม้ (concept tree) เป็นแผนภาพแสดงมโนทัศน์ที่จัดลำดับความสัมพันธ์ว่า มโนทัศน์ใดอยู่เหนือกว่า (superordinate) และมโนทัศน์ใดอยู่ต่ำกว่า (subordinate) นอกจากนี้ยังต้องมีคำอธิบายลักษณะที่สำคัญของมโนทัศน์และตัวอย่างของแต่ละมโนทัศน์อย่างชัดเจนอีกด้วย แผนผังมโนทัศน์นี้ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนสร้างขึ้นหลักจากการเรียนรู้มโนทัศน์แล้วก็ได้

2.4.2 การอุปมาอุปไมย (analogies) เป็นวิธีที่ผู้สอนใช้อธิบายมโนทัศน์ที่เป็นนามธรรมหรือสังเกตยากให้เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น ยกตัวอย่างเช่น มโนทัศน์ “ม่านตา” ผู้สอนสามารถเปรียบเทียบให้โดยการอธิบายว่า ม่านตานั้นมีลักษณะการทำงานเหมือนช่องรับแสงของกล้องถ่ายรูป กล่าวคือ แสงที่ผ่านม่านตาจะไปตกที่เรติน่า เช่นเดียวกับแสงที่ผ่านทางช่องรับแสงของกล้องถ่ายรูปที่ไปตกบนฟิล์ม เป็นต้น

2.4.3 การสร้างรหัสสำหรับจำ (mnemonics) เป็นเทคนิคที่ใช้เพื่อให้ผู้เรียนจำข้อมูลสำคัญที่ใช้กำหนดชื่อหรือนิยามมโนทัศน์ นอกจากนี้ยังใช้สำหรับจำลักษณะที่สำคัญของมโนทัศน์ เทคนิคนี้มีความสำคัญต่อมโนทัศน์ที่เรียนที่มีความซับซ้อนซึ่งอาจทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสน

2.4.4 การใช้ภาพ (imagery) เป็นเทคนิคที่เหมาะสมกับผู้เรียนที่เข้าใจสิ่งที่เป็นรูปธรรมมากกว่านามธรรม โดยภาพที่ใช้แทนมโนทัศน์อาจสร้างโดยผู้สอนหรือผู้เรียนก็ได้

2.5 การฝึกปฏิบัติ (practice) ผู้สอนนำเสนอตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และตัวอย่างที่ไม่เป็นมโนทัศน์ชุดใหม่ แล้วให้ผู้เรียนทดลองจำแนก (discrimination) ตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ออกจากตัวอย่างที่ไม่เป็นมโนทัศน์

2.6 ประเมินผลป้อนกลับ (evaluate feedback) ผู้สอนให้ผู้เรียนอธิบายเหตุผลที่ใช้จำแนกตัวอย่างที่นำเสนอในข้อ 2.5 และลักษณะสำคัญที่ปรากฏในสิ่งที่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ แล้วผู้เรียนอภิปรายร่วมกับเพื่อน จากนั้นยกตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ของตนเอง

3. ขั้นสรุป (conclusion)

3.1 สรุปย่อและทบทวน (summarize and review) ผู้สอนสรุปและทบทวนความเข้าใจมโนทัศน์ ซึ่งมีวิธีสรุปหลายวิธี เช่น บอกคำนิยามและลักษณะของมโนทัศน์ ให้ผู้เรียนสร้างคำนิยาม ให้ผู้เรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์ของตนเอง เป็นต้น

3.2 ถ่ายโอนความรู้ (transfer knowledge) ผู้สอนให้ผู้เรียนประยุกต์มโนทัศน์ไปใช้ในชีวิตประจำวันโดยใช้คำถาม เพื่อให้ผู้เรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่สามารถนำมโนทัศน์ที่เรียนไปใช้

3.3 กระตุ้นความสนใจอีกครั้งและจบการเรียน (remotivate and close) ผู้สอนกระตุ้นความสนใจผู้เรียนด้วยการให้ผู้เรียนคิดถึงประโยชน์ของการสร้างมโนทัศน์ที่สามารถนำไปใช้ในการเรียน การทำงานและการประกอบอาชีพในอนาคต รวมทั้งความสำคัญของมโนทัศน์ที่เป็นพื้นฐานของการแก้ปัญหา

4. ขั้นประเมิน (assessment)

4.1 ประเมินการปฏิบัติ (assess performance) ผู้สอนประเมินผู้เรียนโดยพิจารณาจากพฤติกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ ผู้เรียนสามารถยกตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ได้ อธิบายเหตุผลได้ว่า ตัวอย่างที่พิจารณาเป็นมโนทัศน์หรือไม่เป็นมโนทัศน์ จำแนกตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และตัวอย่างที่ไม่เป็นมโนทัศน์ได้ และอธิบายกระบวนการคิดเพื่อทำความเข้าใจมโนทัศน์ของตนเองได้

4.2 ให้ผลป้อนกลับและข้อแก้ไข (provide feedback and remediation) ผู้สอนพิจารณาผลการปฏิบัติแล้วให้ผลป้อนกลับในรูปคะแนนการปฏิบัติงาน และหากพบว่าผู้เรียนเกิดความผิดพลาดในลักษณะการสร้างข้อสรุปเกิน (over generalization) ผู้สอนควรเสนอตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และไม่เป็นมโนทัศน์ซ้ำอีกครั้ง เพื่อเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจลักษณะที่สำคัญของมโนทัศน์ แต่หากผู้เรียนเกิดภาวะข้อสรุปภายใต้ (under generalization) ผู้สอนควรแก้ไขโดยเสนอตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์หลายๆ ลักษณะ ซึ่งล้วนแต่มีลักษณะสำคัญของมโนทัศน์ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจว่า ตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์นั้นมีได้หลากหลายกระบวนการ

จากแนวคิดการใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ในการจัดการเรียนรู้ข้างต้น ผู้วิจัยได้วิเคราะห์กระบวนการสอนดังกล่าว เป็นตารางดังต่อไปนี้

ตาราง 2 วิเคราะห์การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์

ประเด็นที่สนใจ	Joyce และคณะ	Gunter และคณะ	Lasley และคณะ	Arends	Smith และ Ragan
1. การเตรียมและวางแผน		- ผู้สอนเลือกและระบุคำนิยามของมโนทัศน์	- ผู้สอนเลือกและระบุมโนทัศน์สำหรับบทเรียนที่ต้องการสอน	- ผู้สอนเลือกมโนทัศน์และระบุนิยาม และวิเคราะห์มโนทัศน์	
		- ผู้สอนเลือกลักษณะสำคัญ			
		- ผู้สอนเลือกตัวอย่างให้เพียงพอ	- ผู้สอนจัดเตรียมตัวอย่างให้แก่ผู้เรียน	- ผู้สอนเลือกและการจัดลำดับการนำเสนอตัวอย่าง	
		- ผู้สอนเลือกวิธีการนำเสนอตัวอย่าง		- ผู้สอนเลือกวิธีการสอน	- ผู้สอนต้องใช้กลยุทธ์การเรียนรู้
2. การสอน - ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน					- ผู้สอนสร้างความตั้งใจและกระตุ้นความสนใจแก่ผู้เรียน
					- ผู้สอนเสนอเนื้อหาในบทเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์โดยย่อ
		- ผู้สอนแนะนำกระบวนการแก่ผู้เรียน		- ผู้สอนอธิบายจุดมุ่งหมายของการเรียน	- ผู้สอนอธิบายวิธีการดำเนินกิจกรรม
					- ผู้สอนทบทวนความรู้เดิม

ประเด็นที่สนใจ	Joyce และคณะ	Gunter และคณะ	Lasley และคณะ	Arends	Smith และ Ragan
- ขั้นสอน	- ผู้สอนนำเสนอตัวอย่างที่เป็นและไม่เป็นมโนทัศน์	- ผู้สอนนำเสนอตัวอย่างที่เป็นและไม่เป็นมโนทัศน์	- ผู้สอนนำเสนอตัวอย่างที่เป็นและไม่เป็นมโนทัศน์	- ผู้สอนนำเสนอตัวอย่างที่เป็นและไม่เป็นมโนทัศน์	- ผู้สอนนำเสนอตัวอย่างที่เป็นและไม่เป็นมโนทัศน์
		- ผู้สอนเขียนลักษณะที่ผู้เรียนทุกคนบอกบนกระดาน		- ผู้สอนบันทึกสมมติฐานและลักษณะที่สำคัญบนกระดาน	- ผู้สอนเขียนลักษณะบนกระดานหรือให้ผู้เรียนบันทึก
	- ผู้เรียนเปรียบเทียบคุณลักษณะของตัวอย่าง	- ผู้เรียนอภิปรายในประเด็นลักษณะที่ปรากฏในตัวอย่าง	- ผู้เรียนสังเกตตัวอย่างที่ผู้สอนนำเสนอ	- ผู้สอนใช้คำถามในขณะที่กำลังพิจารณาตัวอย่าง	- ผู้เรียนระบุลักษณะที่สำคัญและจำแนกเป็นข้อให้ชัดเจน
	- ผู้เรียนตั้งและทดสอบสมมติฐาน พร้อมทั้งกำหนดคำนิยามของมโนทัศน์	- ผู้เรียนกำหนดคำนิยามของมโนทัศน์	- ผู้เรียนตั้งสมมติฐาน	- ผู้เรียนตั้งสมมติฐาน	
	- ผู้สอนนำเสนอตัวอย่างเพิ่มเติม		- ผู้สอนนำเสนอตัวอย่างเพิ่มเติม	- ผู้สอนนำเสนอตัวอย่างเพิ่มเติม	
	- ผู้สอนเฉลยสมมติฐาน หากมีผิดพลาด ต้องทำการแก้ไข	- ผู้สอนให้ข้อแนะนำเพิ่มเติมแล้วอธิบายนิยามที่ถูกต้อง	- ผู้สอนและผู้เรียนยืนยันสมมติฐานที่ถูกต้องและกำจัดสมมติฐานที่ไม่เกี่ยวข้องออก		- ผู้สอนให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนว่า การตอบสนองต่อตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์นั้นถูกต้องหรือไม่

ประเด็นที่สนใจ	Joyce และคณะ	Gunter และคณะ	Lasley และคณะ	Arends	Smith และ Ragan
- ขั้นสอน (ต่อ)	- ผู้เรียนยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับมโนทัศน์	- ผู้สอนนำเสนอตัวอย่างเพิ่มเติม			- ผู้สอนนำเสนอตัวอย่างที่ชุดใหม่แล้วให้ผู้เรียนจำแนกตัวอย่างที่ไม่เป็นมโนทัศน์
			- ผู้สอนต้องจัดสิ่งแวดล้อมให้สอดคล้องกับวิธีสอน		
- ขั้นสรุป	- วิเคราะห์ถึงกลยุทธ์หรือวิธีการในการได้มาซึ่งมโนทัศน์	- ผู้เรียนอภิปรายกระบวนการคิด	- ผู้เรียนช่วยกันคิดหาข้อสรุปเกี่ยวกับลักษณะของมโนทัศน์ ชื่อและนิยามของมโนทัศน์		- ผู้เรียนอธิบายกระบวนการคิดของตนเอง
3. การประเมิน		- ผู้สอนให้ผู้เรียนยกตัวอย่างและอธิบายว่าเป็นมโนทัศน์หรือไม่เป็นมโนทัศน์ เพราะเหตุใด	- ผู้เรียนประยุกต์ใช้สมมติฐาน เพื่อตรวจสอบว่าเข้าใจมโนทัศน์ถูกต้องหรือไม่	- ผู้สอนประเมินพฤติกรรมความเข้าใจมโนทัศน์ของผู้เรียน	- ผู้สอนประเมินผู้เรียนโดยพิจารณาจากพฤติกรรมการเรียนรู้ - ผู้สอนพิจารณาผลการปฏิบัติแล้วให้ผลป้อนกลับในรูปคะแนนการปฏิบัติงาน

จากตารางการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ ประกอบด้วยขั้นตอนในการสอนดังนี้

1. ขั้นเตรียมและวางแผน

ผู้สอนเลือกมโนทัศน์ คุณลักษณะสำคัญ และระบุคำนิยามของมโนทัศน์ให้ชัดเจนและเข้าใจง่าย ควรพิจารณาความเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียนและจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อกำหนดสิ่งที่เป็นตัวอย่างและไม่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ ทั้งนี้ตัวอย่างที่นำมาใช้ต้องมีความหลากหลายและมีปริมาณเพียงพอที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการแยกสิ่งที่เป็นมโนทัศน์ออกจากสิ่งที่ไม่เป็นมโนทัศน์

นอกจากนี้ ผู้สอนยังต้องเลือกวิธีการที่จะใช้ในการสอนให้ โดยมีการคำนึงถึงสภาพห้องเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วย กล่าวคือ ถ้าผู้สอนใช้วิธีเสนอทางตรง ผู้สอนควรจัดสิ่งแวดล้อมหรือบรรยากาศในชั้นเรียนให้เข้มงวด เนื่องจากผู้เรียนต้องตั้งใจพิจารณาคำนิยามและลักษณะที่สำคัญ แต่หากใช้วิธีสร้างความเข้าใจมโนทัศน์ ผู้สอนต้องจัดบรรยากาศให้อิสระและยืดหยุ่น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และกล้าแสดงความคิดเห็น สนับสนุน หรือโต้แย้ง

2. ขั้นปฏิบัติการสอน

ในขั้นนี้ จะประกอบด้วยขั้นตอนย่อยดังนี้

2.1 ผู้สอนสร้างความตั้งใจและกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนโดยใช้กลยุทธ์หรือวิธีการต่างๆ ตามความเหมาะสม และควรมีการทบทวนความรู้เดิมที่นักเรียนควรทราบมาก่อน พร้อมทั้งบอกวัตถุประสงค์หรืออธิบายเป้าหมายของการเรียนในคาบเรียนนั้นๆ

2.2 ผู้สอนนำเสนอตัวอย่างที่ได้เตรียมไว้แล้ว โดยในระหว่างที่ทำการนำเสนอแต่ละตัวอย่างนั้น ผู้สอนต้องมีการระบุว่าตัวอย่างที่นำเสนอ “เป็นมโนทัศน์” หรือ “ไม่เป็นมโนทัศน์” พร้อมกับเน้นให้ผู้เรียนสังเกตถึงลักษณะร่วมที่ปรากฏในตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างตัวอย่างทั้ง 2 ประเภท

2.3 เมื่อผู้เรียนสังเกตตัวอย่างที่ผู้สอนนำเสนอในปริมาณที่เพียงมากเพียงพอแล้ว ผู้เรียนจะมีการตั้งสมมติฐานขึ้น จากนั้นผู้สอนก็จะนำเสนอตัวอย่างเพิ่มเติมเพื่อเป็นข้อมูลให้ผู้เรียนตรวจสอบสมมติฐานที่วางไว้ว่าถูกต้องหรือไม่ ที่สำคัญผู้สอนต้องมีการอภิปรายถึงคุณลักษณะที่จำเป็นในห้องเรียน เพื่อที่จะกำจัดสมมติฐานที่ไม่ถูกต้องออกไป

2.4 ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายกับเพื่อนในชั้นเรียนเกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเองว่า มีวิธีการจำแนกหรือจัดหมวดหมู่ข้อมูลอย่างไร ซึ่งผู้เรียนจะได้ฝึกการคิดวิเคราะห์กระบวนการที่ทำให้เข้าใจมโนทัศน์ หลังจากนั้นผู้สอนจึงทบทวนและสรุปความเข้าใจมโนทัศน์

3. ขั้นประเมิน

3.1 ประเมินการปฏิบัติงาน

ผู้สอนประเมินผู้เรียนโดยพิจารณาจากพฤติกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ ผู้เรียนสามารถระบุได้ว่าตัวอย่างที่ผู้สอนนำเสนอนั้นเป็นมโนทัศน์หรือไม่ สามารถยกตัวอย่างที่เป็นและไม่เป็นมโนทัศน์ได้ อธิบายได้ว่าตัวอย่างที่พิจารณาเป็นหรือไม่เป็นมโนทัศน์เพราะเหตุใด จำแนกตัวอย่างที่เป็นและไม่เป็นมโนทัศน์ได้ และอธิบายกระบวนการคิดเพื่อบรรลุมโนทัศน์ของตนเองได้

3.2 ให้ผลป้อนกลับและแก้ไข

ผู้สอนพิจารณาผลการปฏิบัติแล้วให้ผลป้อนกลับในรูปคะแนนการปฏิบัติงาน และหากพบว่าผู้เรียนเกิดความผิดพลาดในลักษณะการสร้างข้อสรุปเกิน ผู้สอนควรเสนอตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และไม่เป็นมโนทัศน์ซ้ำอีกครั้ง เพื่อเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจลักษณะที่สำคัญของมโนทัศน์ แต่หากผู้เรียนเกิดภาวะข้อสรุปขาด ผู้สอนควรแก้ไขโดยเสนอตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์หลายๆ ลักษณะ ซึ่งล้วนแต่มีลักษณะสำคัญของมโนทัศน์ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจว่า ตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์นั้นมีได้หลากหลายกระบวนการ

4. ขั้นนำไปใช้

หลังจากที่ผู้เรียนได้นิยามมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ก็จะเป็นการนำนิยามในแต่เรื่องไปใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ โดยอาจจะให้ผู้เรียนนั้นยกตัวอย่างปัญหาที่สามารถแก้ได้โดยใช้มโนทัศน์ที่มีอยู่ หรือผู้สอนจะเป็นผู้ยกตัวอย่างปัญหา แล้วให้ผู้เรียนแก้ปัญหาโดยใช้มโนทัศน์และทักษะในการแก้ปัญหาร่วมกันก็ได้

4. การวัดมโนทัศน์

4.1 การจำแนกพฤติกรรมทางการศึกษา

Bloom และคณะ (1971 อ้างถึงในพร้อมพรรณ อุดมสิน 2544, 24-25) ได้จำแนกพฤติกรรมทางการศึกษาออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านพุทธิพิสัย (cognitive domain) เป็นพฤติกรรมที่มุ่งให้ผู้เรียนได้พัฒนาเกี่ยวกับกระบวนการต่างๆ ของด้านสติปัญญาและสมอง อาทิเช่น ความรู้ ความจำ ความคิด ความสามารถและทักษะต่างๆ ทางสมอง แบ่งเป็น 6 ระดับจากพฤติกรรมที่ง่ายไปสู่พฤติกรรมที่ยาก ซับซ้อน คือ ความรู้ - ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผล

การประเมินผลด้านนี้ ผู้สอนจะต้องสร้างเครื่องมือขึ้นใช้วัด เช่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ความเข้าใจและความสามารถต่างๆ ทางสมองที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตามหลักสูตร

2. ด้านจิตพิสัย (affective domain) เป็นจุดประสงค์ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้พัฒนาเกี่ยวกับความรู้สึก อารมณ์ เจตคติ ค่านิยม แบ่งเป็น 5 ระดับจากพฤติกรรมที่ง่ายไปสู่พฤติกรรมที่ยากซับซ้อน คือ การรับการตอบสนอง การให้คุณค่า การจัดระบบ ค่านิยม และการสร้างลักษณะนิสัย

การประเมินผลด้านจิตพิสัยจำเป็นต้องใช้การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกมาหลายๆ ครั้ง ประกอบกับวิธีอื่นในโรงเรียนเรียน โดยทั่วไปจึงไม่นำแบบวัดจิตพิสัยแต่เพียงอย่างเดียวมาวัดความรู้สึก อารมณ์ เจตคติ ของผู้เรียนมาเป็นเกณฑ์ในการให้คะแนน แต่จะใช้เกณฑ์ที่จำแนกอยู่ในด้านจิตพิสัยมาเป็นส่วนหนึ่งสำหรับประเมินผลในการเรียนการสอนแต่ละวิชาด้วย

3. ด้านทักษะพิสัย (psychomotor domain) เป็นจุดประสงค์ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้พัฒนาด้านทักษะในการปฏิบัติและการดำเนินงานต่างๆ ซึ่งจะต้องมีทักษะสำคัญที่เกี่ยวข้องอยู่ 2 อย่าง คือ

3.1 ทักษะทางสมอง หรือความสามารถทางสมอง ตัวอย่างเช่น ทักษะในการคิด ทักษะในการคำนวณ

3.2 ทักษะในการกระทำ เป็นความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้งหมด ตัวอย่างเช่น ทักษะในการใช้เครื่องมือ ทักษะในการสังเกต ทักษะในการเขียนกราฟ

ทักษะทั้งสองอย่างไม่ได้แยกออกจากกันอย่างเด็ดขาดชัดเจน หากจะมีความเกี่ยวพันกันอยู่ ดังนั้นการประเมินผลด้านทักษะพิสัยจึงมิได้แยกออกจากการประเมินด้านพุทธิพิสัยอย่างเด็ดขาด และการประเมินผลทักษะพิสัยนั้นจะไม่สามารถใช้แบบทดสอบหรือการสอบข้อเขียนแต่เพียงอย่างเดียว เพราะมีทักษะบางอย่างที่ไม่สามารถทดสอบหรือวัดผลได้โดยใช้วิธีให้เขียนตอบ แต่ครูผู้สอนจำเป็นต้องประเมินผลโดยวิธีหรือสังเกตจากการกระทำจริงๆ ของผู้เรียน

เมื่อทำการพิจารณาพฤติกรรมทางการศึกษาของ Bloom และคณะ ข้างต้น พบว่า ความสามารถของผู้เรียนในการให้ความหมาย คำนิยาม และคำจำกัดความเกี่ยวกับรูปเรขาคณิต โดยสามารถสื่อสารออกมาเป็นคำพูด ข้อความ สัญลักษณ์ หรือรูปภาพ นั้น ถูกจัดอยู่ในพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

4.2 พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

Bloom และคณะ (1971 อ้างถึงใน พิชิต ฤทธิ์จรูญ 2550, 31 – 42) ได้กล่าวถึงรายละเอียดของพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยไว้ดังนี้ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย เป็นสมรรถภาพทางด้านสมองหรือสติปัญญาของบุคคลในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ แบ่งเป็น 6 ระดับเรียงตามลำดับขั้นตอนการเกิดพฤติกรรมจากขั้นต่ำสุดถึงขั้นสูงสุด คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ดังนี้

1. ความรู้-ความจำ (knowledge) หมายถึง ความสามารถทางสมองในการทรงไว้หรือรักษาไว้ซึ่งเรื่องราวต่างๆ ที่บุคคลได้รับรู้ไว้ในสมองได้อย่างถูกต้องแม่นยำ จำแนกออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1) ความรู้ในเฉพาะเรื่อง (knowledge of specifics) เป็นสมรรถภาพทางสมองขั้นต่ำสุดที่จะเป็นพื้นฐานให้เกิดสมรรถภาพสมองขั้นสูงที่ซับซ้อน และเป็นนามธรรมต่อไป จำแนกเป็น 2 ลักษณะคือ

1.1) ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (knowledge of terminology) เป็นความสามารถในการบอกความหมายของคำและสัญลักษณ์ต่างๆ เช่น ให้คำนิยามศัพท์ทางคณิตศาสตร์ได้ บอกความหมายของการวิจัยได้ เป็นต้น

1.2) ความรู้เกี่ยวกับกฎและความจริงบางอย่าง (knowledge of specific facts) เป็นความสามารถในการบอก กฎ สูตร ทฤษฎี และข้อเท็จจริงต่างๆ เช่น สามารถบอกสูตรการหาพื้นที่สี่เหลี่ยมได้ บอกสาเหตุที่ไทยเสียกรุงศรีอยุธยาครั้งที่ 2 ตามที่เรียนรู้มาได้

2) ความรู้ในวิธีการดำเนินการ (knowledge of ways and means of dealing with specifics) เป็นความรู้ในเรื่องของวิธีการและการจัดระเบียบ จำแนกเป็น 5 ลักษณะคือ

2.1) ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน (knowledge of conventions) เป็นความสามารถในการบอกกระบวนการ การปฏิบัติ และแบบฟอร์มหรือระเบียบที่เหมาะสมในการปฏิบัติซึ่งเป็นที่ยอมรับของคนส่วนใหญ่ เช่น บอกลักษณะการแต่งกายของชาวเขาเผ่าต่างๆ ได้ บอกแผนผังโคลงสี่สุภาพได้ เป็นต้น

2.2) ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นและแน้วโน้ม (knowledge of trends and sequence) เป็นความสามารถในการบอกขั้นตอนก่อนหลัง และทิศทางการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่างๆ เรื่องราวหรือว่าปรากฏการณ์ต่างๆ เช่น บอกได้ว่าการขับรถยนต์ควรทำอะไรก่อนหลัง บอกแนวโน้มของปัญหาจราจรในกรุงเทพฯ ในอนาคตได้ เป็นต้น

2.3) ความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภท (knowledge of classification and categories) เป็นความสามารถในการจำแนก จัดหมวดหมู่ ความเหมือนและความแตกต่างตามคุณลักษณะ คุณสมบัติ และหน้าที่ของสิ่งต่างๆ เรื่องราว หรือปรากฏการณ์ต่างๆ เช่น สามารถจัดประเภทของอาหารจำแนกตามคุณค่าอาหารได้ สามารถจัดหมวดหมู่ของวันตามเหตุการณ์ได้ เป็นต้น

2.4) ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ (knowledge of criteria) เป็นความสามารถในการบอกเกณฑ์ หลักการในการตรวจสอบ และวินิจฉัยข้อเท็จจริงต่างๆ เช่น บอกได้ว่าอะไรเป็นเครื่องชี้ว่าสารนั้นเป็นกรดหรือด่าง บอกได้ว่าอะไรเป็นเกณฑ์การตัดสินว่าใครผ่านหรือไม่ผ่าน เป็นต้น

2.5) ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ (knowledge of methodology) เป็นความสามารถในการบอกเทคนิค กระบวนการ และวิธีการสืบเสาะหาความรู้ในอันที่จะให้ได้มาของผลลัพธ์ที่ต้องการ เช่น บอกวิธีการเตรียมดินปลูกผักได้ บอกวิธีการแก้สมการได้ เป็นต้น

3) ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง (knowledge of the universal and abstractions in a field) เป็นความรู้เกี่ยวกับข้อสรุปลักษณะสามัญของสิ่งต่างๆ แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

3.1) ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยายหลักวิชา (knowledge of principles and generalizations) เป็นความรู้ในการสรุปใจความสำคัญของเรื่องและนำหลักหรือความรู้ที่ได้ไปอภิปรายเรื่องอื่นๆ ที่คล้ายคลึงได้ เช่น บอกได้ว่าการเกิดฝนตกเกิดจากอะไร จำนวนผู้แทนราษฎรแต่ละจังหวัดพิจารณาจากสิ่งใด เป็นต้น

3.2) ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง (knowledge of theories and structures) เป็นความสามารในการนำหลักวิชาหลายๆ หลักวิชา ซึ่งอยู่ในสกุลเดียวกัน มาสัมพันธ์กันจนได้เป็นโครงสร้างของเนื้อความใหม่ในเรื่องเดียวกันได้ เช่น สามารถสรุปสอนของพุทธศาสนาที่ได้เรียนรู้มาได้ บอกคุณสมบัติร่วมของเพศชายและเพศหญิงได้ บอกคุณสมบัติร่วมของสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าได้ เป็นต้น

2. ความเข้าใจ (comprehension) หมายถึง ความสามารถในการจับใจความสำคัญของเรื่อง สามารถถ่ายทอดเรื่องราวเดิมออกมาเป็นภาษาของตนเองได้โดยที่ยังมีความหมายเดิม พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกว่ามีความเข้าใจ มี 3 ลักษณะ คือ

1) การแปลความ (translation) เป็นความสามารถในการถอดความหมายจากภาษาหนึ่งหรือแบบฟอร์มหนึ่งไปสู่ภาษาหนึ่งหรืออีกแบบฟอร์มหนึ่ง ซึ่งอาจแปลได้หลายลักษณะ ดังนี้

1.1) แปลจากภาษาสามัญเป็นภาษาเทคนิค หรือจากภาษาเทคนิคเป็นภาษาสามัญ

1.2) แปลจากภาษาพูดเป็นภาษาเขียน

1.3) แปลจากพฤติกรรม รูปภาพ ท่าทาง เป็นข้อความ หรือจากข้อความ เป็นพฤติกรรม รูปภาพ และท่าทาง

ตัวอย่างการแปลความ เช่น แปลประโยคภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย แปลความหมายจากสุภาษิต แปลความหมายจากแผนภูมิ เป็นต้น

2) การตีความ (interpretation) เป็นความสามารถในการสรุปความ การแปลความ มองภาพส่วนรวมมาเป็นใจความสั้นๆ อย่างได้ใจความ เช่น อ่านเรื่องแล้วตีความหมายข้อคิดที่แฝงอยู่ในเนื้อเรื่องได้ อ่านเรื่องแล้วค้นหาจุดมุ่งหมายของผู้แต่งได้ เป็นต้น

3) การขยายความ (extrapolation) เป็นความสามารถในการเสริมแต่งหรือขยายแนวความคิดให้กว้างไกลไปจากข้อมูลเดิมอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งต้องอาศัยการแปลความหมายและการตีความประกอบกันจึงจะสามารถขยายความหมายของเรื่องรายนั้นได้ เช่น อ่านเรื่องที่แต่งยังไม่จบแล้วขยายความคิดได้ว่าตอนจบน่าจะเป็นอย่างไร คาดคะเนเหตุการณ์ที่เกิดก่อนเหตุการณ์นี้ได้ เหตุการณ์นี้ควรเกิดในสถานที่เช่นไร เป็นต้น

3. การนำไปใช้ (application) เป็นความสามารถในการนำหลักวิชาไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งอาจใกล้เคียงหรือคล้ายคลึงกับสถานการณ์ที่เคยพบเห็นมาก่อน เช่น การนำสูตรหาพื้นที่สามเหลี่ยมไปใช้หาพื้นที่สามเหลี่ยมรูปใหม่ได้ การแก้ประโยคที่เขียนไวยากรณ์ผิดได้ เป็นต้น

4. การวิเคราะห์ (analysis) เป็นความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวสิ่งต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ ได้ว่าเรื่องราวหรือสิ่งนั้นๆ ประกอบด้วยอะไรบ้าง มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุเป็นผล และที่เป็นไปอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร การคิดวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1) การวิเคราะห์ความสำคัญ (analysis of elements) เป็นความสามารถในการค้นหาจุดสำคัญหรือหัวใจของเรื่อง ค้นหาสาเหตุ ผลลัพธ์ และจุดมุ่งหมายสำคัญของเรื่องต่างๆ เช่น อ่านบทความแล้วบอกได้ว่าหัวใจสำคัญของเรื่องคืออะไร ค้นหาเหตุผลของเรื่องราวที่อ่านได้ เป็นต้น

2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (analysis of relationship) เป็นความสามารถในการค้นหาความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน และการพาดพิงกันระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ว่ามีความเกี่ยวพันกันในลักษณะใด คล้อยตามกันหรือขัดแย้งกัน เกี่ยวข้องกันหรือไม่เกี่ยวข้องกัน เช่น แยกข้อความที่ไม่จำเป็นในคำถามได้ ค้นหาความสัมพันธ์ของเบญจศีลกับเบญจธรรมเป็นรายข้อได้ เป็นต้น

3) การวิเคราะห์หลักการ (analysis of organizational principles) เป็นความสามารถในการค้นหาว่า การที่โครงสร้างและระบบของวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว และการกระทำต่างๆ ที่ร่วมกันอยู่ในสภาพเช่นนั้นได้เพราะยึดหลักการหรือแกนอะไรเป็นสำคัญ เช่น การที่กระติกน้ำร้อนสามารถเก็บความร้อนไว้ได้เพราะยึดหลักการใด การทำสงครามปัจจุบันใช้วิธีโฆษณาชวนเชื่อเพราะยึดหลักการใด เป็นต้น

5. การสังเคราะห์ (synthesis) เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยต่างๆ เข้าด้วยกันเพื่อเป็นสิ่งใหม่อีกกระบวนการหนึ่ง มีคุณลักษณะ โครงสร้าง หรือหน้าที่ใหม่ที่แปลกแตกต่างไปจากของเดิม แบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ

1) การสังเคราะห์ข้อความ (production of unique communication) เป็นความสามารถในสังเคราะห์ข้อความโดยสื่อ หรือโดยการพูด การเขียน การวิพากษ์ วิจารณ์ หาข้อยุติบางประการ เช่น สามารถแต่งเรื่องราวหรือบทกลอนได้โดยไม่ลอกเลียนใคร สามารถวาดภาพโดยอาศัยจินตนาการของตนเองได้ เป็นต้น

2) การสังเคราะห์แผนงาน (production of plan, or proposed set of operation) เป็นความสามารถในการกำหนดแนวทางวางแผน ออกแบบ เขียนโครงงานหรือโครงการต่างๆ ล่วงหน้าขึ้นมาใหม่ให้สอดคล้องกับข้อมูลและจุดมุ่งหมายที่วางไว้ เช่น เขียนโครงงานวิทยาศาสตร์ได้ วางแผนจัดกิจกรรมวันเด็กได้ เป็นต้น

3) การสังเคราะห์ความสัมพันธ์ (derivation of a set of abstract relations) เป็นความสามารถในการนำเอานามธรรมย่อยๆ มาจัดระบบของข้อเท็จจริงหรือส่วนประกอบมาผสมผสานให้เป็นสิ่งสำเร็จรูปหน่วยใหม่ที่แปลกไปจากเดิม เกิดเป็นเรื่องราวใหม่ เป็นทฤษฎี กฎ สมมติฐาน หรือสูตร ขึ้น เช่น ให้ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหาที่มีสาเหตุและผลของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ เมื่อกำหนดข้อเท็จจริงหรือเงื่อนไขของเรื่องราวให้แล้วสมมติสถาการณ์ที่เกิดขึ้น สามารถหาข้อยุติหรือข้อสรุปของเรื่องนั้นในแง่มุมต่างๆ ได้

6. การประเมินค่า (evaluation) เป็นความสามารถในการพิจารณาตัดสินหรือลงสรุปเกี่ยวกับคุณค่าของเนื้อหา และวิธีการต่างๆ โดยอาศัยหลักเกณฑ์และมาตรฐานที่วางไว้ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1) ประเมินโดยอาศัยเกณฑ์ภายใน (judgment in terms of internal evidence) เป็นความสามารถในการตัดสินเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งโดยใช้เนื้อหาสาระในเหตุการณ์นั้นเป็นเกณฑ์ในการตัดสิน เช่น อ่านเนื้อเรื่องแล้วสามารถตัดสินได้ว่าตัวละครใดเป็นคนดีเลว ตามเนื้อเรื่องที่ปรากฏ การตัดสินพฤติกรรมของนักเรียนว่ากระทำถูกต้องหรือไม่ตามระเบียบของโรงเรียนนั้น เป็นต้น

2) ประเมินโดยอาศัยหลักเกณฑ์ภายนอก (judgment in terms of external criteria) เป็นความสามารถในการตัดสินเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง โดยใช้เกณฑ์ที่ไม่ได้ปรากฏตามเนื้อเรื่องหรือเหตุการณ์นั้นๆ แต่ใช้เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นมาใหม่ ซึ่งอาจเป็นเกณฑ์ตามหลักเหตุผลหรือเกณฑ์ที่สังคมหรือระเบียบประเพณีกำหนดไว้ก็ได้ เช่น การตัดสินพฤติกรรมของเด็กวัยรุ่น การตัดสินคุณค่าของวิชาบางวิชาตามสภาพสังคมปัจจุบันว่ามีคุณค่าเพียงใดกับการเรียนในยุคปัจจุบัน เป็นต้น

เมื่อทำการพิจารณาพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของ Bloom และคณะ ข้างต้น พบว่าความสามารถของผู้เรียนในการให้ความหมาย คำนิยาม และคำจำกัดความเกี่ยวกับรูปเรขาคณิต โดยสามารถสื่อสารออกมาเป็นคำพูด ข้อความ สัญลักษณ์ หรือรูปภาพ นั้น ถูกจัดอยู่ในลำดับ 1) ขั้นความรู้-ความจำ และ 2) ความเข้าใจ

4.3 การวัดมโนทัศน์

Wilson (1971 อ้างถึงในพร้อมพรรณ อุดมสิน 2544, 60-61) ได้กล่าวถึงการวัดมโนทัศน์ไว้ว่า การวัดมโนทัศน์เป็นการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจ โดยทำการวัดความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้เรียนมาตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่างๆ ที่เรียนรู้มาสัมพันธ์กันโดยการนำมาสรุปความหมายของสิ่งนั้นอีกครั้ง

โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรต้นวงศ์ (2520, 222) ได้กล่าวถึงการวัดมโนทัศน์ไว้ว่า การวัดมโนทัศน์เป็นการวัดความคิดในเชิงนามธรรม คือ วัดความเข้าใจเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธีการ เพื่อจะได้ทราบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจและมีมโนทัศน์มากน้อยเพียงใด

ข้อสอบวัดมโนทัศน์จึงเป็นข้อสอบที่มีคำถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริง หรือกฎเกณฑ์ และไม่ต้องการคำตอบที่เป็นผลลัพธ์ของปัญหา

จากแนวคิดในการวัดมโนทัศน์ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การวัดมโนทัศน์สามารถวัดได้โดยการใช้แบบทดสอบวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย โดยทำการวัดความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้เรียนรู้มาตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่างๆ ที่เรียนรู้มาสัมพันธ์กัน แบบทดสอบที่ใช้วัดมโนทัศน์จึงเป็นแบบทดสอบที่มีคำถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริง หรือกฎเกณฑ์ และไม่ต้องการคำตอบที่เป็นผลลัพธ์ของปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ของ Bloom และคณะ ในขั้นที่ 1) ความรู้-ความจำ และขั้นที่ 2) ความเข้าใจ

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สุรชัย ขวัญเมือง (2522, 39) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ที่ได้รับจากการสอนหรือทักษะที่ได้พัฒนาขึ้นมาตามลำดับขั้นในวิชาต่างๆ ที่ได้เรียนมาแล้วในสถานศึกษา

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2541, 18) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถทางการเรียนหลังจากได้เรียนเนื้อหาของวิชาใดวิชาหนึ่งแล้ว

ศิริชัย กาญจนวาสี (2544, 125) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ตามแผนที่กำหนดไว้ล่วงหน้าอันเกิดจากกระบวนการเรียนการสอนในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมา

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2549, 16) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่แต่ละคนได้ศึกษาเล่าเรียนมาแล้วในอดีตหรือปัจจุบัน โดยจะประเมินความรู้ทางด้านเนื้อหาเชิงวิชาการเป็นหลัก

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้น สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถที่ได้รับหลังจากเรียนเนื้อหาของวิชาที่ได้เรียนมาแล้ว โดยจะประเมินความรู้ทางด้านเนื้อหาเชิงวิชาการเป็นหลัก

5.2 ความหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2539, 12) ได้ให้ความหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง กระบวนการพิจารณาตัดสินที่เป็นระบบและครอบคลุมจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

เอมอร จังศิริพรปกรณ์ (2546, 144) ได้ให้ความหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง กระบวนการรวบรวมและเรียบเรียงข้อมูลสารสนเทศที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคคล จากพฤติกรรมเดิมไปสู่พฤติกรรมใหม่ที่ค่อนข้างถาวรอย่างเป็นระบบ

จากความหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้น สรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง กระบวนการพิจารณา รวบรวม เรียบเรียง และตัดสิน ข้อมูลสารสนเทศที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคคล จากพฤติกรรมเดิมไปสู่พฤติกรรมใหม่โดยครอบคลุมจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้อย่างเป็นระบบ

5.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนของผู้เรียนนั้นจะใช้วิธีการแบบใดก็ได้ แต่จะต้องยึดหลักการเปรียบเทียบพฤติกรรมของผู้เรียนในแต่ละช่วงเวลา (สุวิมล ว่องวานิช 2546, 71) วิธีการที่เหมาะสมในการประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนซึ่งเป็นความสามารถด้านพุทธิพิสัย (cognitive domain) คือ การทดสอบ (ศิริเดช สุชีวะ 2546, 57 - 58) ซึ่ง Wilson (1971 อ้างถึงใน พร้อมพรรณ อุดมสิน 2544, 60-75) ได้นำแนวคิดการจำแนกพฤติกรรมทางการศึกษาของ Bloom และคณะ มาแบ่งพฤติกรรมในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ทางด้านพุทธิพิสัย (cognitive domain) ออกเป็น 4 ระดับ ซึ่งสามารถสร้างแบบวัดพฤติกรรมในระดับต่างๆ ได้ดังนี้

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (computation)

ระดับนี้เป็นการวัดเกี่ยวกับทักษะในการคิดคำนวณ ได้แก่ การวัดความรู้ ความจำแบบง่ายๆ เกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนผ่านไปแล้ว เช่น ระลึกถึงแบบฝึกหัดที่ทำไปแล้ว โดยไม่มีกระบวนการตัดสินใจ พฤติกรรมระดับนี้แบ่งออกเป็น 3 ขั้น คือ

1.1 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (knowledge of specific facts) หมายถึงการถามเพื่อวัดความรู้ความจำเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาในกระบวนการเดียวกับที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอนมาแล้ว นอกจากนี้ยังรวมถึงความรู้พื้นฐานซึ่งผู้เรียนต้องนำมาใช้เสมอ

1.2 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (knowledge of terminology) หมายถึง การถามให้ผู้เรียนบอกความหมายของคำศัพท์และนิยามต่างๆ ตามที่ได้เรียนมาแล้ว โดยไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณแต่อย่างใด และไม่ต้องการหาความรู้อื่นมาช่วย

1.3 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการคิดคำนวณ (ability to carry out algorithms) หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาดำเนินการตามกระบวนการของการคิดคำนวณในแบบที่ได้เคยเรียนมาแล้ว ในขั้นนี้มิได้มุ่งหมายให้ผู้เรียนคิดหากระบวนการคิดคำนวณแบบใหม่ด้วยตนเอง เช่น ลำดับขั้นตอนในการหารยาว ลำดับขั้นตอนในการหา ห.ร.ม. หรือ ค.ร.น.

2. ความเข้าใจ (comprehension)

ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่รู้แล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ ตลอดจนสามารถตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความได้ การวัดพฤติกรรมในระดับนี้แบ่งเป็น 6 ขั้น คือ

2.1 ความรู้เกี่ยวกับมโนมติ (knowledge of concept) หมายถึง ความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้เรียนมาตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่างๆ ที่เรียนรู้มาสัมพันธ์กันโดยการนำมาสรุปความหมายของสิ่งนั้นอีกครั้ง หรืออาจจะกล่าวได้ว่า มโนมติเป็นเซตของสิ่งที่เกี่ยวกับความรู้ที่เป็นจริง

2.2 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎ และการทำให้เป็นกรณีทั่วไป (knowledge of principle, rules and generalization) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างมโนมติและตัวปัญหา ซึ่งผู้เรียนควรจะรู้หลังจากที่เรียนเรื่องนั้นจบไปแล้ว คำถามในระดับนี้บางครั้งอาจเป็นการวัดพฤติกรรมในขั้นการวิเคราะห์ก็ได้ ถ้าหากคำนวณเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักและกฎที่ผู้เรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก

2.3 ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (knowledge of mathematical structure) หมายถึง การถามเพื่อวัดความสามารถในการมองเห็นส่วนประกอบย่อยของข้อความทางด้านคณิตศาสตร์ตามลักษณะที่มุ่งหวัง ส่วนใหญ่จะเป็นคำถามเกี่ยวกับศัพท์และนิยามในคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

2.4 ความสามารถในการแปลงส่วนประกอบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง (ability of transform problem elements from one mode to another) หมายถึง ความสามารถในการเปลี่ยนข้อความให้เป็นสัญลักษณ์หรือสมการ ในขั้นนี้มิได้รวมถึงการคิดคำนวณหาคำตอบจากสมการนั้น

2.5 ความสามารถในการดำเนินตามหาเหตุผล (ability of follow a line of reasoning) คณิตศาสตร์ส่วนมากอยู่ในรูปของการอนุมาน (deductive format) ดังนั้น การที่จะเข้าใจบทความหรือผลงานทางคณิตศาสตร์จึงต้องอาศัยความสามารถในการดำเนินตามแนวเหตุผลขณะที่อ่าน

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ability to read and interpret a mathematics problem) หมายถึง ความสามารถในการอ่านและตีความจากโจทย์ความสามารถระดับนี้ รวมทั้งการแปลความหมายจากกราฟหรือข้อมูลทางสถิติ ตลอดจนการแปลสมการหรือตัวเลขให้เป็นรูปภาพ

3. การนำไปใช้ (application)

เป็นการนำความรู้ กฎ หลักการ ข้อเท็จจริง ทฤษฎี ฯลฯ ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ให้เป็นผลสำเร็จ ทั้งนี้โจทย์ปัญหาที่ใช้วัดในระดับนี้จะต้องไม่ใช่โจทย์ข้อเดิมที่อยู่ในแบบฝึกหัด หรือเคยทำมาแล้ว การวัดพฤติกรรมในระดับนี้แบ่งเป็น 4 ขั้นดังนี้

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาธรรมดา (ability to solve routine problem) ปัญหาธรรมดาหมายถึง ปัญหาคล้ายกับปัญหาที่เคยเรียนมาแล้วในห้องเรียน โดยที่ผู้เรียนจะต้องจัดรูปของพฤติกรรมขั้นความเข้าใจและการใช้กระบวนการเพื่อที่จะแก้ปัญหา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (ability to make comparisons) หมายถึง การถามที่คาดหวังให้ผู้เรียนนึกถึงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องต่างๆ เช่น มโนมติ กฎ ศัพท์ นิยาม ของข้อมูล 2 ชุด เพื่อค้นพบความสัมพันธ์เปรียบเทียบและนำมาสรุปการตัดสินใจ

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (ability to analyse data) เป็นความสามารถในการแยกแยะ จำแนกปัญหาโจทย์ออกเป็นส่วนย่อยว่ามีความจำเป็นหรือไม่ในการนำไปใช้แก้ปัญหาโจทย์

3.4 ความสามารถในการมองเห็นกระบวนการ ลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (ability to recognize patterns isomorphism and symmetries) พฤติกรรมในขั้น

นี้จะเกี่ยวกับการระลึกถึงข้อมูล แปลงปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล ระลึกถึงความสัมพันธ์ จะเป็นการถามคำถามให้ผู้เรียนหาสิ่งที่คุ้นเคยกับข้อมูลที่กำหนดให้หรือจากปัญหาที่กำหนดให้

4. การวิเคราะห์ (Analysis)

พฤติกรรมในขั้นนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในด้านพุทธิพิสัย ผู้เรียนที่ตอบปัญหาที่วัดพฤติกรรมขั้นนี้ได้ต้องมีความสามารถในระดับสูง จะเป็นการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา หรือโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยกับที่รู้มาก่อน ไม่เคยฝึกทำมาก่อน แต่ทั้งนี้มิได้หมายความว่า โจทย์ปัญหานั้นจะอยู่นอกขอบข่ายเนื้อหาวิชาที่เคยเรียนมา ดังนั้นการแก้ปัญหานี้จึงครอบคลุมความรู้ความสามารถในสามขั้นที่กล่าวมา รวมทั้งมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เพื่อสามารถค้นพบวิธีการหรือแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหานั้นๆ ได้ พฤติกรรมในขั้นนี้แบ่งออกเป็น 5 ขั้นย่อยคือ

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าเดิม (ability to solve nonroutine problems) หมายถึง ความสามารถในการถ่ายโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปสู่เนื้อหาใหม่ ซึ่งผู้เรียนจะต้องแยกปัญหาออกเป็นส่วนย่อยๆ สำรวจว่ารู้อะไรบ้างในแต่ละตอน รวมทั้งการเรียนรู้สัญลักษณ์ใหม่เพื่อนำไปสู่คำตอบ การแก้ปัญหาลักษณะนี้ส่วนมากเป็นปัญหาสถานการณ์ด้วย จะนำกระบวนการคิดคำนวณมาใช้โดยตรงไม่ได้ ต้องพยายามหาวิธีการใหม่

4.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ (ability to discover relationships) หมายถึง ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ใหม่หรือนำสัญลักษณ์จากสิ่งที่กำหนดให้มาสร้างสูตรใหม่ด้วยตนเอง หรือเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการหาคำตอบ

4.3 ความสามารถในการแสดงพิสูจน์ (ability to construct proofs) หมายถึง ความสามารถในการพิสูจน์ด้วนตนเอง ซึ่งไม่เหมือนกับความสามารถในการพิสูจน์ขั้นนำไปใช้โดยผู้ตอบจะต้องอาศัยนิยามและทฤษฎีต่างๆ เข้ามาช่วยแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ (ability to criticize proof) หมายถึง สามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ การพิสูจน์ เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่เป็นความสามารถที่ยุ่งยากซับซ้อนกว่าการเขียนพิสูจน์ เพราะจะต้องใช้เหตุผลว่าการพิสูจน์นั้นถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดบ้าง

4.5 ความสามารถในการสร้างและแสดงความสมเหตุสมผลของการทำให้เป็นกรณีทั่วไป (ability to formulate and validate generalization) หมายถึง ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์และเขียนการพิสูจน์ความสัมพันธ์ที่ค้นพบ ข้อคำถามจะให้แสดงความสมเหตุสมผล

จากแนวคิดการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย โดยวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ใน 4 ระดับ คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ ซึ่งสามารถใช้แบบทดสอบในการวัด

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์

6.1 งานวิจัยในประเทศ

สุธิดา นานช้า (2549, 77) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อมโนทัศน์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดตรัง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนย่านตาขาวรัฐชนูปถัมภ์ จำนวน 90 คน เป็นนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 45 คน โดยนักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการเรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดโดยกรมวิชาการ คือ สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการเรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไม่สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการเรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์มีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ .05

สุธีรัตน์ อิรเดช (2540, 61-62) ได้เปรียบเทียบผมสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนคณิตศาสตร์ที่ใช้กระบวนการสร้างความคิดรวบยอดกับกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนคณิตศาสตร์ที่ใช้กระบวนการสร้างมโนทัศน์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความคงทนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนคณิตศาสตร์ที่ใช้กระบวนการสร้างมโนทัศน์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สิรินทิพย์ พูลศรี (2542, 45-47) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้กระบวนการสร้างความคิดรวบยอดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่งนา จำนวน 40 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองเรียนด้วยแผนการสอนคณิตศาสตร์ที่ใช้กระบวนการสร้างความคิดรวบยอดและกลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า

1. แผนการสอนที่สร้างขึ้นโดยใช้กระบวนการสร้างความคิดความคิดรวบยอดเรื่องรูปทรงและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก จำนวน 10 แผนแผนละ 3 คาบ ใช้เวลา 30 คาบ สามารถพัฒนากระบวนการสร้างความคิดรวบยอดของนักเรียน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการสร้างความคิดรวบยอดและนักเรียนโดยวิธีปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. วิธีคิดของนักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการสร้างความคิดรวบยอด พบว่า วิธีคิดที่นักเรียนใช้จากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด คือ การสังเกตตัวอย่างและตั้งสมมติฐาน การจำแนกตัวอย่างและเปรียบเทียบความแตกต่างของตัวอย่าง และการหาลักษณะร่วมของตัวอย่าง ลำดับขั้นในการคิดของนักเรียนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด มีดังนี้ คือ สังเกตลักษณะทั่วไปของตัวอย่าง เปรียบเทียบความแตกต่างของตัวอย่าง หาลักษณะร่วมของตัวอย่าง และสรุปเป็นความคิดรวบยอด

เฉลิมลาภ ทองอาจ (2550, 131) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้หลักการใช้ภาษาไทยและความสามารถในการคิดเชิงมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์มีผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้หลักการใช้ภาษาไทยสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์มีความสามารถในการคิดเชิงมโนทัศน์สูงกว่าก่อนการทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์มีความสามารถในการคิดเชิงมโนทัศน์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ยุพคิน ไชยรบ (2554, 93) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการอ่านอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในสาระการเรียนรู้ภาษาไทยโดยใช้กระบวนการสอนเพื่อให้เกิดมโนมติ ผลการวิจัยพบว่า

1. การพัฒนาทักษะการอ่านอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในสาระการเรียนรู้ภาษาไทย โดยใช้กระบวนการสอนเพื่อให้เกิดมโนมติ นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 74.17 และมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 80 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด นักเรียนพัฒนาทักษะการอ่านอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกระบวนการสอนเพื่อให้เกิดมโนมติมีคะแนนเฉลี่ย 4.53 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด

ยลนภา พลชัย (2548, 101) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดอุดรธานี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวังสามหมอวิทยาคาร อำเภอสามหมอ จังหวัดอุดรธานี ปีการศึกษา 2548 จำนวน 2 กลุ่ม เป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง35 คน และกลุ่มควบคุม 36 คน ซึ่งนักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้โมเดลการได้มาซึ่ง

มโนทัศน์ และนักเรียนในกลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำกำหนดโดยกระทรวงศึกษาธิการ คือ สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ มีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.3 งานวิจัยต่างประเทศ

Joy R. Mayer (2012) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์กับการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในรายวิชาชีววิทยา เก็บข้อมูลโดยการทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนของนักเรียน การสำรวจ การสัมภาษณ์โดยใช้ผังความคิดมโนทัศน์ และการสังเกตของครูผู้สอนในการให้คำนิยามของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ โดยทำการสังเกตมโนทัศน์ทางชีววิทยา ทักษะการคิด ทัศนคติ และแรงจูงใจ จากการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ การสอนมโนทัศน์ สามารถสร้างมโนทัศน์และพัฒนาทักษะกระบวนการคิดของนักเรียนให้เพิ่มสูงขึ้น นักเรียนสามารถคิดได้ว่าจะใช้กระบวนการคิดและใช้วิธีการใดในระหว่างการทำกิจกรรมที่เน้นให้เกิดมโนทัศน์ ทัศนคติและแรงจูงใจของนักเรียนและครูผู้สอนเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น

Shamnad N. (2005) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไวยากรณ์ภาษาอาหรับของนักเรียนชั้นปีที่ 9 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง แต่ละกลุ่มมีจำนวนนักเรียน 20 คน กลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการธรรมดา ส่วนกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ และทำการทดสอบก่อนและหลังเรียนทั้ง 2 กลุ่ม จากการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กระบวนการสอนแบบธรรมดา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ ส่งผลต่อการบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียน ความเข้าใจในเนื้อหา และการนำไปประยุกต์ มากกว่าการสอนโดยใช้กระบวนการสอนแบบธรรมดา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Madhu Mathur and Amit Kumar (2012) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ กับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการปกติที่มีต่อการได้ซึ่งมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นปีที่ 9 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียน Shri Krishna จำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 30 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการปกติ และกลุ่มทดลองจำนวน 30 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ ผลการวิจัยพบว่า

1. คะแนนทดสอบหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ สูงกว่าคะแนนทดสอบหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. คะแนนความชอบต่อกระบวนการจัดการการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ สูงกว่าคะแนนความชอบต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. เพศไม่ส่งผลต่อความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถทางสติปัญญาไม่ส่งผลต่อความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Ahmed I, Gujjar A. A., Janjua S. A. และ Bajwa, N. (2012) ได้ทำการเปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์กับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการปกติในการสอนภาษาอังกฤษสำหรับนักศึกษาในหลักสูตรครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาหลักสูตรครูจำนวน 46 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม เท่าๆ กัน กลุ่มแรกเป็นกลุ่มควบคุม ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการดั้งเดิม กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มทดลอง ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ ใช้สถิติ t-test ในการทดสอบสมมติฐาน จากการวิจัยพบว่า นักศึกทุกคนที่อยู่ในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ มีความสามารถในการคิดเชิงมโนทัศน์ดีกว่านักศึกษาที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

M. L. Jadhav (2011, 10-12) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ รายวิชาภูมิศาสตร์ ในโรงเรียนระดับประถมศึกษา โดยทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการปกติ และกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ มีคะแนนเฉลี่ยทดสอบก่อนและหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการปกติ

2. นักเรียนที่รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการปกติ

3. คะแนนความสามารถในการทำความเข้าใจตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการปกติ

4. คะแนนความสามารถในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ของนักเรียนที่รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนโมนทัศน์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการปกติ

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์สามารถสร้างมโนทัศน์ให้แก่นักเรียนได้ ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในทางที่ดีขึ้น สามารถนำมโนทัศน์ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ และสามารถเพิ่มความสามารถด้านทักษะกระบวนการคิด ทัศนคติและแรงจูงได้อีกด้วย แต่ทั้งนี้งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ในรายวิชาคณิตศาสตร์ยังน้อยอยู่และส่วนใหญ่จะทำการศึกษาโดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่อยู่ระหว่างชั้นประถมศึกปีที่ 4 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจทำการวิจัยเรื่องผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ ที่มีต่อมโนทัศน์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนมโนทัศน์ในรายวิชาและระดับชั้นที่แตกต่างกัน