บทที่ 2

วรรณคดี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เพื่อเป็นพื้นฐานในการวิจัย เรื่องมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยจึงได้ศึกษา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะนำเสนอตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. มโนทัศน์
   - 1.1 ความหมายของมโนทัศน์
   - 1.2 ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ทางฟิสิกส์
   - 1.3 ประเภทของมโนทัศน์
2. การสร้างมโนทัศน์
   - 2.1 ลำดับขั้นในการสร้างมโนทัศน์
   - 2.2 การสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   - 3.1 งานวิจัยในต่างประเทศ
   - 3.2 งานวิจัยในประเทศ

มโนทัศน์

ความหมายของมโนทัศน์

"มโนทัศน์" เป็นคำที่แปลมาจากคำว่า "concept" ซึ่งมีผู้ให้คำแปลเป็นภาษาไทยคำอื่น ๆ ในความหมายเดียวกันนี้อีกหลายคำ เช่น ความคิดรวบยอด สังกัป มโนภาพ มโนคติ หรือมโนมติ และมีผู้ให้ความหมายของคำว่า มโนทัศน์ ไว้ต่าง ๆ กันดังนี้

คาร์เตอร์ วี กูด (Good 1973: 124) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ 3 ประการ คือ

1. ความเห็น หรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบ หรือลักษณะร่วมที่สามารถแยกออกเป็นกลุ่มเป็นพวกได้
2. สัญลักษณ์เชิงความคิดทั่วไป หรือเชิงนามธรรมเกี่ยวกับสถานการณ์ กิจการ หรือวัตถุ
3. ความคิดเห็น ความคิด ความเห็น หรือมโนภาพ

จอห์น พี เดอ เซคโค (De Cecco 1968: 388) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า "มโนทัศน์ คือ กลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกัน สิ่งเร้านั้นอาจจะเป็นวัตถุ เหตุการณ์ หรือบุคคล ตามปรกติเรากำหนดมโนทัศน์ด้วยชื่อ เช่น หนังสือ สงคราม ฯลฯ"

ฟรีเดอริค เจ แมคโดแนล (McDonald 1959: 134-135) ได้กล่าวเกี่ยวกับมโนทัศน์ไว้ว่า

> มโนทัศน์ คือ การจำแนกประเภท กลุ่มของสิ่งเร้าซึ่งมีลักษณะร่วมกัน มโนทัศน์ไม่ใช่ตัวของสิ่งเร้า และไม่ใช่ประสบการณ์ที่เกี่ยวกับสิ่งเร้านั้น แต่เป็นการจัดประเภทของสิ่งเร้าต่าง ๆ เหตุการณ์ต่าง ๆ หรือลักษณะต่าง ๆ ซึ่งต้องขึ้นอยู่กับประสบการณ์ที่เกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ แล้วนำมาแยกแยะ และสรุปรวบยอด

เจ พี กิลฟอร์ด (Guilford 1952: 427-430) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า "มโนทัศน์ เป็นสัญลักษณ์อย่างหนึ่งที่ได้รับมาจากประสบการณ์ในการที่ได้พบเห็นสิ่งต่าง ๆ แล้วแยกออกเป็นจำพวก และในจำพวกหนึ่ง ๆ จะมีลักษณะร่วมกันอยู่ เช่น เมื่อเราเห็นแมวหลาย ๆ ตัว เราก็รู้ลักษณะร่วมของแมว ซึ่งแสดงว่าเรามีมโนทัศน์เกี่ยวกับแมวเกิดขึ้นแล้ว"

จำนง พรายแย้มแข (2516: 47) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า "มโนทัศน์หมายถึง การเกิดมโนภาพขึ้นในความคิดของบุคคลด้วยวิธีการรวบรวมความรู้ต่าง ๆ ที่เคยเรียนรู้มาแล้ว นำมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นความคิดขั้นสุดท้ายให้เป็นข้อสรุป หรือคำจำกัดความของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง"

สุวัฒก์ นิยมค้า (2517: 17) ได้ให้คำจำกัดความของมโนทัศน์ไว้ว่า "มโนทัศน์ของสิ่งใด ก็คือ main idea ที่เรามีต่อสิ่งนั้น เป็นความคิดโดยสรุปต่อสิ่งนั้น เป็นจินตภาพที่เกิดขึ้นในใจของเราต่อสิ่งนั้น เป็นจุดสำคัญของสิ่งนั้น เป็นคุณสมบัติหรือลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้น"

อาคม จันทสุนทร (2522: 47) กล่าวว่า "มโนทัศน์ คือ ความคิดความเข้าใจที่สรุปรวมเกี่ยวกับสิ่งหนึ่งสิ่งใด หรือเรื่องหนึ่งเรื่องใด อันเกิดจากการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นหลาย ๆ แบบ แล้วได้ใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นมาจัดเป็นพวกให้เกิดความคิดความเข้าใจโดยสรุปรวมในสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้น"

นอกจากนั้น บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ (2523: 7) ยังได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้อีกว่า

> มโนทัศน์ คือ การสรุปความคิดของคน เป็นผลจากการรับรู้ของคนที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องราวที่เกิดขึ้นกับคนในธรรมชาติและสังคม เป็นความคิดหลายขั้นหลายระดับ นับแต่เรื่องง่าย ๆ ธรรมดาไปสู่ความคิดที่ยุ่งยาก สลับซับซ้อน มีลักษณะเป็นนามธรรมที่คนรับรู้จากประสาทสัมผัสกลายเป็นประสบการณ์ที่คนแปลความหมายแทนไว้อีกต่อหนึ่ง การสรุปความคิดนี้ อาจหมายถึง ความสามารถในการจำกัดความ อธิบายลักษณะ บอกความแตกต่าง จัดหมวดหมู่หรือแยกประเภท หรือบอกลักษณะโดยทั่วไป เหล่านี้เป็นต้น

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 28) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่สอดคล้องกับคนอื่น ๆ ไว้ว่า "มโนทัศน์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อันเกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นหลาย ๆ แบบ แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นนำมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุป หรือคำจำกัดความของสิ่งนั้น"

จากความหมายของคำว่า "มโนทัศน์" ตามที่นักการศึกษาของไทยและต่างประเทศให้ความหมายไว้จะเห็นได้ว่า แม้จะต่างกันบ้างในคำพูด แต่สรุปรวมใหญ่ ๆ แล้วมีความหมายเดียวกัน คือ มโนทัศน์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจของบุคคลที่สรุปรวมเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยอาศัยการสังเกต หรือประสบการณ์เดิม และคุณลักษณะของเรื่องนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปของสิ่งนั้น

ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ทางฟิสิกส์

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2525: 247) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ว่า "มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดหลักที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งช่วยให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยที่ความเข้าใจดังกล่าวจะแตกต่างไปตามประสบการณ์ของบุคคล"

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 48) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า

> มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเชื่อมโยงต่อเนื่องกันไปอยู่ตลอดเวลา มโนทัศน์หนึ่งอาจจะเกิดมาจากการนำเอามโนทัศน์หลาย ๆ มโนทัศน์มาสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล นอกจากนี้ยังเป็นมโนทัศน์ที่เกิดจากข้อเท็จจริงทั้งระดับที่เป็นรูปธรรม นามธรรม และเน้นหนักในเชิงปริมาณ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำที่สุด ดังนั้นข้อมูลต่าง ๆ จึงเน้นที่การทดลองซึ่งมีการใช้อุปกรณ์ มีการปรับปรุงอุปกรณ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ดีเพิ่มขึ้นมาเรื่อย ๆ นอกจากนั้นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจบทเรียน และความรู้ในระดับสูงได้แจ่มแจ้ง

ผดุงยศ ดวงมาลา (2523: 5) ได้กล่าวเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ว่า

> มโนทัศน์เกิดจากการนำเอาข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องมาผสมผสานให้ดีจนเป็นรูปแบบใหม่ มโนทัศน์ของสิ่งใดก็คือ ความคิดหลักของสิ่งนั้น หรือเป็นความคิดโดยสรุปต่อสิ่งนั้น ... มโนทัศน์อาจจะไม่ได้เกิดจากการประกอบกันของข้อเท็จจริง แต่อาจเกิดจากจินตนาการ หรือมโนภาพของนักวิทยาศาสตร์ก็ได้ เช่น มโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งที่เรามองไม่เห็น แต่รู้ว่ามีอยู่จริง เพราะมีหลักฐานยืนยันสนับสนุนเป็นจริง แม้จะสังเกตไม่ได้โดยตรงก็ตาม เช่น มโนทัศน์เกี่ยวกับโมเลกุล อะตอม อิเลคตรอน มวลสาร พลังงาน ล้วนแต่ไม่ใช่ข้อเท็จจริง เพราะสังเกตไม่ได้โดยตรง

มังกร ทองสุขดี (2523: 2) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับบุคคลอื่น ๆ ไว้ว่า

> มโนทัศน์ ตามความหมายของวิชาการแต่ละวิชา จะแตกต่างกันไป ตามความหมายทางวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์ หมายถึง ระบบสังเคราะห์ (synthesis) หรือความสัมพันธ์ตามเหตุผล (logical relationship) หรือความคิดสำคัญ (big idea) ซึ่งรวมข้อเท็จจริง (facts) และหลักเกณฑ์ (principles) ของแต่ละบุคคลว่าเข้าใจความสัมพันธ์ในวัตถุ (object) หรือสัญลักษณ์ (symbol) หรือสถานการณ์ (situation) มากน้อยเพียงใด โดยนัยนี้ มโนทัศน์จึงเป็นสิ่งที่ปรุงแต่งขึ้นมาโดยอาศัยเหตุผล และทำให้ข้อเท็จจริงมีความหมายที่จะช่วยให้เกิดประโยชน์ในการคิดขั้นต่อไป

จากความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่นักการศึกษาวิทยาศาสตร์แต่ละท่านได้ให้ไว้ จะเห็นได้ว่า ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่ได้แตกต่างไปจากความหมายของมโนทัศน์ทั่วไป เพียงแต่ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความคิดความเข้าใจที่เกี่ยวกับเรื่องวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ จึงสรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดความเข้าใจโดยสรุปรวม ซึ่งรวมข้อเท็จจริงและหลักการ หรือข้อสรุปซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุและผลต่อกัน เกี่ยวกับวัตถุ สัญลักษณ์ หรือสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์

เนื่องจากมโนทัศน์ของสิ่งใด ก็คือ ความคิดหลักของสิ่งนั้น หรือเป็นความคิดโดยสรุปต่อสิ่งนั้น ดังนั้นจากความหมายของ "มโนทัศน์" และความหมายของ "มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์" ที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น จึงสรุปเป็นความหมายของมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ได้ว่า มโนทัศน์ทางฟิสิกส์ หมายถึง ความคิดความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับข้อเท็จจริง และหลักการ หรือข้อสรุปซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุและผลต่อกัน เกี่ยวกับวัตถุ สัญลักษณ์ หรือสถานการณ์ทางฟิสิกส์

<u>ประเภทของมโนทัศน์</u>

ในการจำแนกประเภทของสิ่งหนึ่งสิ่งใดก็ตาม อาจกระทำได้หลายลักษณะ ขึ้นอยู่กับว่าเราใช้เกณฑ์อะไรเป็นหลักในการแบ่ง ฉะนั้นเราจึงพบอยู่เสมอว่า สิ่งของอย่างเดียวกันจะถูกจำแนกออกเป็นหลายประเภท ในลักษณะที่แตกต่างกัน การแบ่งประเภทของมโนทัศน์ก็เป็นไปในทำนองเดียวกัน คือ มีการแบ่งได้หลายวิธี ทั้งนี้แล้วแต่ผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาจะใช้เกณฑ์อะไรเป็นเครื่องกำหนด ดังนั้นผู้วิจัยจะได้นำการจัดแบ่งประเภทของมโนทัศน์มาเสนอในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

จอห์น พี เดอ เซคโค (De Cecco 1968: 390-391) ได้จำแนกมโนทัศน์ออกเป็น 3 ประเภท สรุปได้ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่มีลักษณะร่วมกัน (conjunction concepts) หมายถึง มโนทัศน์ที่เกิดจากลักษณะร่วมกันหลายอย่าง ตัวอย่างเช่น สุนัข มีลักษณะทั่วไปด้านสี ขนาด รูปร่าง ผิว และพฤติกรรม แม้ลักษณะเฉพาะของลักษณะทั่วไปเหล่านี้จะเปลี่ยนไป เช่น เปลี่ยนจากเกรทเดนสีน้ำตาลแกมเหลืองอ่อน ไปจนถึงพูเดิลตัวเล็ก ๆ สีขาว แต่เราก็ยังสามารถบอกได้ว่าเป็นสุนัข และย่อมแตกต่างไปจาก ม้า วัว และสัตว์เลี้ยงอื่น ๆ มโนทัศน์ที่เกิดจากลักษณะร่วมนี้เรียนรู้และสอนได้ง่ายที่สุด

2. มโนทัศน์ที่มีลักษณะขัดแย้งกัน (disjunction concepts) หมายถึง มโนทัศน์ที่มีลักษณะเฉพาะที่เหมาะสมของลักษณะทั่วไปอันหนึ่ง หรืออีกอันหนึ่ง หรือทั้งสองอันปรากฏอยู่ ในมโนทัศน์ประเภทนี้ ลักษณะทั่วไป และลักษณะเฉพาะใช้แทนกันได้ ตัวอย่างเช่น รูปสองรูปและ/หรือวงกลมสองวง เป็นมโนทัศน์ที่มีลักษณะขัดแย้งกัน เราสามารถมองเห็นได้ว่า ลักษณะทั่วไปได้แก่ รูปร่างและจำนวน และพบว่าลักษณะเฉพาะของจำนวนยังคงเดิม มโนทัศน์ประเภทที่มีลักษณะขัดแย้งกันนั้น ลักษณะเฉพาะของรูปร่างสามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยอาจจะเป็นวงกลมหรือรูปร่างใด ๆ ก็ได้

3. มโนทัศน์ที่มีลักษณะสัมพันธ์ (relational concepts) หมายถึง มโนทัศน์ที่เกิดจากความสัมพันธ์กันระหว่างลักษณะทั่วไปของมโนทัศน์ เช่น ระยะทางและทิศทาง เป็นมโนทัศน์ที่เกิดจากลักษณะสัมพันธ์ มโนทัศน์ของระยะทางเกิดจากความสัมพันธ์กันระหว่างจุดสองจุด ซึ่งหมายถึงการแยกออกจากกันของจุดสองจุด มโนทัศน์ของทิศทาง เป็นความสัมพันธ์ระหว่างจุดสองจุดหรือมากกว่า ซึ่งหมายถึงการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง

เดวิด เอช รัสเซล (Russel 1956: 124-125) ได้แบ่งมโนทัศน์ออกเป็น 8 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (mathematical concepts) คือมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับจำนวนเลข การวัด ซึ่งเกิดขึ้นอยู่เสมอในชีวิตประจำวัน

2. มโนทัศน์ในเรื่องเวลา (concepts of time) เช่น เช้า สาย บ่าย เย็น กลางวัน กลางคืน และฤดูกาลต่าง ๆ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มโนทัศน์ในเรื่องเวลานั้นมีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์ของมิติ (concepts of space) แต่มโนทัศน์ในเรื่องเวลานั้นเป็นนามธรรมมากกว่า

3. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (scientific concepts) เป็นมโนทัศน์ที่ประกอบด้วย มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และมโนทัศน์ในเรื่องเวลา และมิติ เพราะวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับการวัดที่แน่นอนของเวลา มิติ น้ำหนัก และปรากฏการณ์อื่น ๆ

4. มโนทัศน์เกี่ยวกับตนเอง (concept of the self) คือการที่บุคคลใดมีความคิดว่า ตัวเขาเป็นอะไร เป็นใคร อย่างไร

5. มโนทัศน์ทางสังคม (social concepts) เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ชุมชน ประชาธิปไตย ศีลธรรม และพฤติกรรมต่าง ๆ

6. มโนทัศน์ทางสุนทรียภาพ (aesthetic concepts) มีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับความสวยงาม และขึ้นกับมโนทัศน์ทางสังคม เช่น สุนทรียภาพในการเขียน ดนตรี เป็นต้น

7. มโนทัศน์เกี่ยวกับความขบขัน (concepts of humor) มีพัฒนาการอยู่ในขอบเขตของสังคม ซึ่งอาศัยอยู่เป็นที่ตั้ง บางสิ่งเป็นเรื่องที่ขบขันของสังคมหนึ่ง แต่อาจไม่ขบขันในอีกสังคมหนึ่ง

8. มโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องอื่น ๆ (miscellaneous concepts) เช่น เกี่ยวกับความตาย เพศ สงคราม ฯลฯ

บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ (2523: 9-10) ได้แบ่งมโนทัศน์เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่มีลักษณะร่วมกัน เป็นประเภทของมโนทัศน์ที่มีอยู่เป็นส่วนใหญ่ เรียนรู้ได้ง่าย มีคุณลักษณะร่วมกันหลายอย่าง เช่น สุนัข แม้จะมีอยู่หลายพันธุ์ เช่น อัลเซเชี่ยน โดเบอร์แมน จิ้งจอก หมาไน ฯลฯ แม้คุณค่าจะผิดแผกแตกต่างกัน แต่ก็มีคุณลักษณะหลายอย่างร่วมกัน เราก็สามารถบอกได้ว่าเป็นสุนัข ย่อมแตกต่างไปจาก วัว ควาย ลิง ม้า ฯลฯ

2. มโนทัศน์ที่เป็นเชิงสัมพันธ์ เป็นมโนทัศน์ที่ต้องอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกหรือส่วนของกลุ่มมาพิจารณาคุณลักษณะ หรือคุณค่าที่แตกต่างกัน แต่สมาชิกหรือส่วนประกอบมีความสัมพันธ์กันในบางลักษณะ เช่น การจัดกลุ่มคน อายุ เพศ วัย ต่างกันเข้าด้วยกัน เพราะบุคคลเหล่านี้ปฏิบัติกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งร่วมกัน

3. มโนทัศน์ที่เป็นเชิงวิเคราะห์ เป็นมโนทัศน์ที่อยู่บนพื้นฐานของคุณลักษณะที่สังเกตได้จากส่วนของวัตถุ สิ่งของ เรื่องราวแต่ละอย่างภายในกลุ่มซึ่งละเอียด ซับซ้อนกว่ามโนทัศน์ 2 ประเภทที่กล่าวมาแล้ว

เช่น จัดกลุ่มสัตว์สี่เท้าเข้าด้วยกัน เพราะดูคุณลักษณะของจำนวนขา หรือเท้า ทั้ง ๆ ที่เป็นสัตว์ต่างชนิดกัน

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2525: 247-248) ได้จัดแบ่งมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับการแบ่งประเภท มโนทัศน์ประเภทนี้เป็นการกำหนดสมบัติร่วมของสิ่งต่าง ๆ ไว้เป็นพวก ๆ เพื่อใช้ในการบรรยายถึงสิ่งนั้น ๆ ให้เข้าใจตรงกัน เช่น น้ำทะเลเป็นน้ำกระด้าง สสารคือสิ่งที่มีมวลและต้องการที่อยู่
2. มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ มโนทัศน์ประเภทนี้ เป็นการกำหนดความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ย่อยที่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งช่วยให้สามารถพยากรณ์ หรือคาดคะเนล่วงหน้าในเหตุการณ์นั้น เช่น แรง คือ อำนาจที่ผลักหรือดึงวัตถุให้เกิดการเคลื่อนที่ สสารอาจเปลี่ยนสถานะได้โดยการเพิ่มหรือลดพลังงาน
3. มโนทัศน์ทางทฤษฎี มโนทัศน์ประเภทนี้เป็นการกำหนดสิ่งที่มองไม่เห็น แต่รู้ว่ามีสิ่งนั้นอยู่จริง เพราะมีหลักฐานสนับสนุนว่าเป็นจริง มโนทัศน์ประเภทนี้นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นโดยอาศัยจินตนาการ หรือนึกวาดภาพขึ้นในสมอง เพื่อกำหนดลักษณะของสิ่งนั้นขึ้น เช่น แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อะตอม คือ อนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุ ซึ่งประกอบด้วย โปรตอน นิวตรอน และอิเลคตรอน

จากประเภทของมโนทัศน์ที่กล่าวมานี้ มโนทัศน์แต่ละประเภทนี้แตกต่างกันโดยลักษณะทั่วไป และลักษณะเฉพาะ ดังนั้นเมื่อคนเราจะสรุปความคิดในเรื่องใด สิ่งใดก็ตามจะต้องคำนึงถึงลักษณะทั่วไปและลักษณะเฉพาะ ซึ่งเป็นส่วนประกอบด้วย มโนทัศน์บางชนิดมีลักษณะไม่ซับซ้อน มีความเด่นชัด ก็สามารถเรียนรู้ได้ง่าย ส่วนมโนทัศน์ที่มีลักษณะซับซ้อน หรือมีลักษณะเฉพาะในลักษณะทั่วไปนั้นไม่เด่นชัด ก็ย่อมทำให้เรียนรู้ยากขึ้น

การสร้างมโนทัศน์

ลำดับขั้นในการสร้างมโนทัศน์

เดวิด พี ออซูเบล (Ausubel 1968: 517) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นของการสร้างมโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์และแยกแยะความแตกต่างของสิ่งเร้า

2. ตั้งสมมติฐานโดยพิจารณาถึงลักษณะร่วมกันของสิ่งเร้า

3. ทดสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้นในสถานการณ์หนึ่ง

4. เลือกข้อสมมติฐานที่สามารถรวมกลุ่มสิ่งเร้า ซึ่งมีลักษณะบางประการร่วมกันได้

5. หาลักษณะเฉพาะของสิ่งเร้าที่คัดเลือกได้จากข้อ 4 ให้มาสัมพันธ์กับความคิดเดิมของตน

6. แยกแยะความแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ที่รับมาใหม่ กับมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่แล้ว เพื่อหาความสัมพันธ์กัน

7. สรุปครอบคลุมลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ใหม่ ให้ครอบคลุมไปยังส่วนย่อยทั้งหมดในกลุ่ม

8. คิดหาสัญลักษณ์ทางภาษาที่เหมาะสม มาใช้เป็นตัวแทนของมโนทัศน์ที่รับมาใหม่

เค โลเวล (Lovell 1966: 12-13) ได้กล่าวเกี่ยวกับการสร้างมโนทัศน์ว่า

กระบวนการในการสร้างมโนทัศน์มี 3 กระบวนการ คือ การรับรู้ (perception) การย่นย่อ (abstraction) และการสรุป (generalization) การย่นย่อเป็นสิ่งที่สำคัญในการสร้างมโนทัศน์ ซึ่งได้แก่ลักษณะเด่นที่ร่วมกันของวัตถุ หรือเหตุการณ์ในสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ เด็กจะสร้างมโนทัศน์ได้ต่อเมื่อสามารถแยกแยะ (discrimination) สมบัติของวัตถุหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น จากนั้นสามารถสรุปครอบคลุมในลักษณะที่ร่วมกันของสิ่งที่ค้นพบได้

ชัยพร วิชชาวุธ (2519: 6) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นการเรียนรู้มโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. การเรียนรู้เริ่มจากผู้เรียนได้มีประสบการณ์ซึ่งได้แก่ การเห็นการได้ยิน

2. เมื่อเกิดประสบการณ์แล้ว ผู้เรียนจะต้องสังเกตในรายละเอียดปลีกย่อยของประสบการณ์ และคิดเปรียบเทียบ เช่น รูปที่เห็นนั้นมีสีอะไร รูปร่างเป็นอย่างไร สิ่งของทั้งสองอย่างมีอะไรที่เหมือนกัน และอะไรที่ต่างกัน

3. จากการสังเกตในข้อ 2 ผู้เรียนจะตั้งเป็นสมมติฐานว่ามโนทัศน์คืออะไร

4. ผู้เรียนทดสอบสมมติฐาน ถ้าผลปรากฏว่าถูกก็จะคงสมมติฐานนั้นไว้ ถ้าผิดก็จะกลับไปสังเกตและคิดตั้งสมมติฐานใหม่จนถูก

จำนง พรายแย้มแข (2516: 47-49) ได้กล่าวเกี่ยวกับการเรียนรู้มโนทัศน์ไว้ว่า

> การที่บุคคลจะเกิดมโนทัศน์ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ก็ต่อเมื่อบุคคลจะต้องมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ความจริง หลักการและการสรุปรวมของเรื่องนั้น ๆ มาก่อนแล้ว อีกประการหนึ่งจะต้องระลึกได้ว่าสิ่งนั้น ๆ มีลักษณะเฉพาะอะไรบ้าง โดยแยกลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้น ๆ ออกจากสิ่งอื่น ได้อย่างชัดเจน ซึ่งคุณลักษณะต่าง ๆ ดังกล่าว จะเกิดได้ต้องอาศัยคุณสมบัติในด้านการใช้ การสังเกตเป็นอย่างดี ดังนั้นวิธีที่บุคคลจะเกิดมโนทัศน์ จะต้องเกิดมโนภาพขึ้นในความคิดเป็นขั้น ๆ ดังนี้

สังเกต ⟶ ความจริง หลักการ การสรุปรวม ⟶ แยกลักษณะเฉพาะ ⟶ มโนทัศน์

สุวัฒก์ นิยมค้า (2517: 16-17) ได้กล่าวถึงการสร้างมโนทัศน์ไว้ว่า

> ...การมองหามโนทัศน์ในสิ่งใด ๆ ก็ตาม เราจะต้องมองให้เห็นรูปแบบของมัน อย่างใดอย่างหนึ่งใน 3 วิธีนี้คือ
>
> 1. มองให้เห็นคุณสมบัติร่วมของสิ่งต่าง ๆ ในปรากฏการณ์นั้น ๆ
> 2. มองให้เห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในปรากฏการณ์นั้น ๆ
> 3. มองให้เห็นแนวโน้มของสิ่งต่าง ๆ ในปรากฏการณ์นั้น ๆ เมื่อเรามองเห็นรูปแบบอย่างใดอย่างหนึ่งใน 3 วิธีนี้ จะทำให้เราได้รับมโนทัศน์ของสิ่งนั้น...

จากลำดับขั้นในการสร้างมโนทัศน์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า มโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งก็ตามจะเกิดต่อเนื่องกันไปไม่มีข้อยุติ และจะขยายออกไปพร้อมกับการเพิ่มพูนความรู้และประสบการณ์ ดังนั้น กระบวนการสร้างมโนทัศน์ จึงมีวิธีการลึกซึ้งมากกว่าการนำเอาข้อเท็จจริง หรือข้อมูลต่าง ๆ มาผสมผสานกัน แต่เป็นการที่ผู้เรียนจะต้องสามารถแยกแยะความแตกต่างของสิ่งเร้า นำมาตั้งสมมติฐานและทดสอบสมมติฐาน เพื่อที่จะหาลักษณะเฉพาะของสิ่งเร้า แล้วนำมาสัมพันธ์กับความคิดเห็นของตน และสรุปรวมเป็นลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ใหม่นั้น

การสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์

จอห์น พี เดอ เซคโค (De Cecco 1968: 402-416) ได้แนะนำวิธีการสอนมโนทัศน์ไว้ ๑ ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

๑. ระบุจุดมุ่งหมายไว้ก่อนว่า ต้องการให้นักเรียนมีพฤติกรรมอะไรเกิดขึ้นบ้างหลังจากที่ได้เรียนรู้มโนทัศน์นั้น ๆ แล้ว

๒. วิเคราะห์มโนทัศน์ที่จะให้เรียน ถ้ามโนทัศน์ที่จะให้เรียนมีหลายลักษณะ ครูควรพยายามลดลักษณะที่ไม่จำเป็นลง เน้นลักษณะที่เด่นและสำคัญ โดยจัดลำดับเป็นหมวดหมู่ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจง่ายขึ้น

๓. ใช้สื่อภาษาในการสอน อธิบายให้เข้าใจ การใช้ภาษาเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการที่จะทำให้ผู้เรียนเรียนมโนทัศน์ได้ง่ายขึ้น

๔. เสนอตัวอย่างมโนทัศน์ทั้งทางบวกและทางลบ โดยควรนำตัวอย่างในทางบวกมาเสนอให้มีจำนวนเพียงพอที่จะเป็นตัวแทนลักษณะของมโนทัศน์ ส่วนตัวอย่างในทางลบก็ควรจะเสนอให้พอที่จะแยกลักษณะที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป สำหรับตัวอย่างในทางบวก เช่น มโนทัศน์ของนก ได้แก่ นกพิราบ นกเขา นกขุนทอง ตัวอย่างในทางลบ มโนทัศน์ที่ไม่ใช่นก ได้แก่ สุนัข แมว งู ผึ้ง และค้างคาว

๕. เสนอตัวอย่างในทางบวกและทางลบทีละอย่างในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกันหรือเสนอพร้อมกัน

๖. เสนอตัวอย่างใหม่ของมโนทัศน์ทางบวก แล้วให้นักเรียนบอกว่าใช่มโนทัศน์สิ่งนั้นหรือไม่ ขั้นตอนก่อน ๆ เป็นการแยกความแตกต่าง (หรือจำแนกระหว่างตัวอย่างในทางบวกและทางลบ) ขั้นนี้จะเน้นถึงการสรุปความคิดทั่วไป หรือความสามารถของนักเรียนที่จะตอบสนองสิ่งเร้าใหม่ ที่อยู่ในข่ายของมโนทัศน์เดียวกัน

๗. ทดสอบการเรียนรู้มโนทัศน์ของนักเรียน ในขั้นนี้ควรนำตัวอย่างใหม่ของมโนทัศน์ทั้งทางบวกและทางลบมาแสดง แล้วให้นักเรียนเลือกเฉพาะตัวอย่างในทางบวกหรือที่เกี่ยวข้องเท่านั้น

๘. ให้นักเรียนให้คำจำกัดความของมโนทัศน์นั้น

๙. ให้โอกาสนักเรียนตอบสนอง และสร้างการเสริมแรงให้เกิดจากการตอบสนอง การเสริมแรงในการเรียนรู้มโนทัศน์ มีวัตถุประสงค์ที่จะตรวจสอบการเรียนรู้เป็นเบื้องแรก

012666

ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถแยกแยะตัวอย่างในทางบวกและทางลบออกจากกัน รวมเข้าด้วยกัน หรือเพื่อนิยามความสัมพันธ์ของลักษณะต่าง ๆ การเสริมแรงอย่างคงเส้นคงวาจะมีผลต่อการเรียนรู้มโนทัศน์

โรเบิร์ท เอ็ม ดับบลิว ทราเวอร์ส (Travers 1967: 142) ได้กล่าวเกี่ยวกับการสอนมโนทัศน์ไว้ว่า

> ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้อย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับวิธีการสอนของครู วิธีสอนบางอย่างอาจจะต้องการผู้เรียนที่มีความสามารถมากกว่าอีกวิธีหนึ่ง ดังนั้นในการสอนมโนทัศน์ ครูจะต้องรู้จักนำวิธีสอนไปใช้ให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน ถ้าครูใช้วิธีสอนที่ซับซ้อนทั้งในด้านการเสนอตัวอย่างและการอธิบาย จะทำให้ผู้เรียนที่ไม่ค่อยฉลาดนักเกิดความยุ่งยากในการเรียนรู้ วิธีสอนที่เหมาะสมสำหรับเด็กที่มีความสามารถจำกัด ครูจะต้องใช้วิธีที่ง่ายและตรงไปตรงมา

พอล เอฟ แบรนด์ไวน์ เฟรทเซอร์ จี วัตสัน และ พอล อี แบลควูด (Brandwein, Watson and Blackwook 1958: 117-118) ได้แนะนำการสอนมโนทัศน์สรุปได้ดังนี้

การสอนมโนทัศน์ จะต้องทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในสถานการณ์ ตั้งปัญหาเพื่อที่จะหามโนทัศน์ที่ถูกต้องกับสถานการณ์นั้น และมีการพัฒนาสถานการณ์ของการเรียนรู้ใหม่ เพื่อสร้างมโนทัศน์ใหม่ วิธีการที่ แบรนด์ไวน์ และเพื่อน ๆ กล่าวถึงก็คือ วิธีการแก้ปัญหา (problem-solving method)

วิธีการแก้ปัญหานี้ จอห์น เอดเวิร์ด กาโรนี (Garone อ้างถึงใน Sax 1969: 201) สนับสนุนว่า "วิธีการแก้ปัญหา เป็นวิธีการที่สามารถพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดี และการแก้ปัญหาอย่างกระตือรือร้น สามารถทำให้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของเด็กดีขึ้นด้วย"

ริชาร์ด เจ ซูดแมน (Suchman อ้างถึงใน Sax 1969: 201) สนับสนุนเทคนิคการสอนโดยวิธีการแก้ปัญหา โดยให้ความเห็นว่า "ในการสอนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ครูควรจะสร้างสถานการณ์ที่เรียกว่า สถานการณ์ที่เป็นปัญหา (puzzling or ambiguous situation) ทำให้นักเรียนได้ฝึกการถามที่เข้าประเด็น คำถามที่มีความหมายเช่นนี้จะเป็นเครื่องช่วยพัฒนาความคิดและสร้างความเข้าใจแก่นักเรียน"

นอกจากวิธีการสอนแบบแก้ปัญหา ที่เป็นวิธีการสอนให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แล้ว เจ ดาร์เรล บาร์นาร์ด (Barnard 1971: 131-134) ได้กล่าวถึง "วิธีสอนมโนทัศน์ 2 วิธี คือ วิธีสอนแบบสืบสอบ และวิธีสอนแบบค้นคว้า และกล่าวว่าในการปฏิบัติจริง วิธีทั้ง 2 ได้รวมกัน ไม่แยกเป็นอิสระทีเดียว แต่ไม่ว่าจะเป็นวิธีการสอนแบบใด ต่างก็มุ่งที่จะพัฒนามโนทัศน์ของนักเรียนทั้งสิ้น"

ราล์ฟ ดับบลิว ไทเลอร์ (Tyler อ้างถึงใน Hoover 1965: 148-150) ได้กล่าวเกี่ยวกับการสอนมโนทัศน์ว่า

> การเรียนรู้จะต้องเกิดจากการกระทำของนักเรียนเอง และการที่ครูให้หลักการ และข้อสรุปแก่นักเรียนโดยตรง นักเรียนจะจำสิ่งที่ครูให้โดยปราศจากความเข้าใจในสิ่งนั้น ๆ อย่างแท้จริง ซึ่งเป็นอันตรายต่อเด็กมาก วิธีแก้เหตุการณ์ดังกล่าว ก็คือพยายามให้นักเรียนได้ค้นคว้าหรือสร้างหลักการด้วยคำพูดของเขาเอง

พนัส หันนาคินทร์ (2526: 99-100) ได้กล่าวเกี่ยวกับการสอนมโนทัศน์ว่าอาจกระทำได้ดังนี้

> 1. จัดหาประสบการณ์ที่เป็นจริง การอธิบายมโนทัศน์จะชัดแจ้งหากว่าการอธิบายนั้นสัมพันธ์กับสิ่งที่เข้าใจอยู่ก่อนแล้ว โดยเฉพาะหากเป็นสิ่งที่มีลักษณะเป็นของจริงหรือประสบการณ์จริง ในกรณีเช่นนี้ การหาอุปกรณ์การสอนที่ตรงกับเรื่อง จะช่วยให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องได้ดีขึ้น
> 2. แถลงกฎเกณฑ์ต่าง ๆ โดยชัดแจ้ง ประสบการณ์ที่เป็นจริงเป็นสิ่งที่จำเป็นในการสร้างมโนทัศน์ใหม่แก่นักเรียน ประสบการณ์ที่แถลงออกมาอย่างชัดเจนนั้นย่อมจะสร้างมโนทัศน์ที่ถูกต้องและชัดเจน สิ่งหนึ่งที่จะช่วยได้มากก็คือ การพยายามให้นักเรียนแถลงมโนทัศน์ออกมาด้วยตนเอง
> 3. การให้คำอธิบายอย่างแจ่มแจ้ง ในการอธิบายครูจะต้องพยายามใช้หลักการที่ได้ผลในการติดต่อสื่อความคิด เช่น ใช้คำพูดที่นักเรียนคุ้นเคย ใช้ประโยคง่าย ๆ เน้นจุดสำคัญด้วยการอธิบายซ้ำ ชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ของเรื่องย่อยที่มีอยู่ในเรื่องใหญ่ และใช้คำถามนำในเรื่องที่เป็นหัวใจของเรื่อง

จำนง พรายแย้มแข (2516: 49-51) ได้กล่าวเกี่ยวกับหลักการและวิธีการที่ควรคำนึงถึงในการสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ ดังนี้ คือ

1. การเกิดมโนทัศน์นั้นเป็นไปอย่างช้า ๆ ดังนั้นจึงต้องมีการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ และเริ่มจากสิ่งง่าย ๆ ที่อยู่ใกล้ตัวก่อน

2. ต้องคำนึงถึงความพร้อมของนักเรียน ทั้งทางกาย จิตใจ และสติปัญญาเป็นสำคัญ

3. ต้องระลึกไว้เสมอว่า มโนทัศน์จะเกิดขึ้นได้ ก็ต่อเมื่อมีประสบการณ์ในเรื่องนั้นมาก่อนด้วยปริมาณที่มากพอ คือ ต้องได้เคยเรียนรู้มาแล้วอย่างละเอียดถี่ถ้วนทุกแง่ทุกมุม

4. ในการสอนสิ่งใด ต้องมีตัวอย่างประกอบมาก ๆ รวมทั้งการใช้อุปกรณ์ประกอบการสอนให้เหมาะสมกับบทเรียนนั้น

5. พยายามให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงให้มากที่สุด

6. ถ้าไม่สามารถจะสัมผัสของจริงได้ อาจใช้ประสบการณ์รองในกรณีจำเป็น

7. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม หรือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเองให้มากที่สุด

8. ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดหาเหตุผลอยู่เสมอ โดยรู้จักสังเกต และแยกแยะลักษณะเฉพาะของสิ่งต่าง ๆ

9. พยายามขจัดวิธีการบอก หรือบรรยายด้วยปากเปล่าออกไปให้มากที่สุด

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 31-32) ได้เสนอหลักการในการสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์แก่นักเรียนซึ่งสอดคล้องกับบุคคลอื่น ๆ ไว้ดังนี้

1. ใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับบทเรียน และวุฒิภาวะของนักเรียน เพราะอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับบทเรียนจะทำให้เนื้อหาที่ยากกลับง่ายขึ้น ทำให้บทเรียนที่ซับซ้อนชัดเจนขึ้น ซึ่งการเลือกใช้อุปกรณ์นั้นครูจะเป็นผู้พิจารณาถึงความเหมาะสมกับบทเรียนและนักเรียนเพียงใด

2. การจัดประสบการณ์ตรงให้กับนักเรียน ให้ได้สัมผัสของจริงให้มากที่สุดเท่าที่โอกาสจะอำนวย แต่การนำประสบการณ์รองมาใช้ในการสอนก็สามารถทำให้นักเรียนเกิดความสัมพันธ์ทางความคิดด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ขึ้นมาด้วยตนเองได้

3. ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนส่งเสริมให้รู้จักคิดหาเหตุผล รู้จักสังเกต และรู้จักจำแนกลักษณะเฉพาะของสิ่งต่าง ๆ ออกมาให้เห็นเด่นชัด จะทำให้เขามีความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นอันจะนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์ต่อไป

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. เลือกใช้วิธีสอนให้เหมาะสมกับบทเรียน และนักเรียนในการสอนสิ่งใดก็ตามครูจะต้องเป็นผู้พิจารณาเลือกวิธีสอน และจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้นักเรียน วิธีสอนบางวิธี เช่นวิธีสอนแบบบรรยาย ควรนำมาใช้น้อยที่สุด เพราะการสอนวิธีนี้จะทำให้นักเรียนเกิดมโนภาพที่จะนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์อย่างผิด ๆ ได้ง่าย

นอกจากนั้นการสร้างมโนทัศน์ ครูควรจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับตัวนักเรียนเสียก่อน ปัจจัยที่สำคัญดังกล่าวได้แก่

1. ความพร้อมของนักเรียนทั้งทางกาย ใจ และสติปัญญา

2. ประสบการณ์เดิมของนักเรียน ประสบการณ์และมโนทัศน์ที่นักเรียนมีอยู่เดิมจะเป็นพื้นฐานในการที่จะทำให้เกิดมโนทัศน์ในระดับต่อไป ดังนั้นการที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องนั้น ๆ มาก่อนด้วยปริมาณที่มากพอ จะเป็นเครื่องช่วยให้เกิดมโนทัศน์ได้ดียิ่งขึ้น

3. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ซึ่งอาจจะเป็นแรงกระตุ้นที่เกิดจากความต้องการในการเรียนรู้ของนักเรียนเอง หรืออาจเป็นแรงกระตุ้นที่มีผลเนื่องมาจากเหตุผลทางจิตวิทยา เช่น การฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ การเรียนจากสิ่งใกล้ตัว จากสิ่งที่ง่ายไปหาสิ่งที่ยาก หรือการเรียนในสิ่งที่นักเรียนมีความสนใจ เหล่านี้จะเป็นแรงกระตุ้นที่ช่วยส่งเสริมการเกิดมโนทัศน์ของผู้เรียน

จากที่กล่าวมาทั้งหมด พอสรุปได้ว่า ทั้งวิธีสอนของครู และตัวนักเรียนเองเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งในการที่จะทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ ดังนั้นในการที่ครูจะสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ก็จะต้องคำนึงถึงลำดับขั้นในการสอน วิธีการสอนที่เหมาะสมและปัจจัยในการสร้างมโนทัศน์ดังกล่าว

<u>งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</u>

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ของนักเรียน ส่วนใหญ่จะเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับมัธยมศึกษาตอนปลายมีไม่มากนัก และการสำรวจมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นั้นยังไม่มีผู้ใดศึกษา

<u>งานวิจัยในต่างประเทศ</u>

ในต่างประเทศได้มีผู้ทำการวิจัยเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้หลายท่าน ซึ่งจะนำเสนอดังนี้

เจมส์ บาร์เรท คันนิงแฮม (Cunningham 1971: 269-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบการเรียนรู้มโนทัศน์ของนักเรียนฟิสิกส์ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เรียนหลักสูตรฟิสิกส์ระดับไฮสคูลแบบใหม่ (PSSC) และกลุ่มที่เรียนหลักสูตรระดับไฮสคูลแบบเก่า (Taffel) โดยสุ่มจากนักเรียนที่เลือกเรียนฟิสิกส์ในโรงเรียนประจำตำบลที่ฟิทสเบิร์ก จำนวน 759 คน นำมาเพียง 484 คน จากจำนวนนี้เรียนหลักสูตรใหม่ 265 คน และเรียนหลักสูตรเก่า 219 คน สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเรียนรู้มโนทัศน์ (Concept Attainment Test) ซึ่งประกอบด้วยข้อทดสอบวัดความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ และชุดที่ 2 เป็นแบบทดสอบวัดความรู้ในมโนทัศน์ (Concept Knowledge Test) สร้างขึ้นเพื่อวัดความรู้ในมโนทัศน์เกี่ยวกับการหักเห นอกจากนั้นมีแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง (Otis-Lennon Mental Ability Test) สำหรับควบคุมตัวแปรความสามารถทางสติปัญญา แบ่งนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มออกเป็นระดับต่ำ ปานกลาง และสูง โดยพิจารณาจากคะแนนของแบบทดสอบวัดความรู้ในมโนทัศน์ (CKT) และนำค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเรียนรู้มโนทัศน์ (CAT) ของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน ผลการวิจัยพบว่า

1. กลุ่มสูงที่เรียนหลักสูตรฟิสิกส์แบบใหม่ สามารถเรียนรู้มโนทัศน์ได้ดีกว่ากลุ่มสูงที่เรียนหลักสูตรฟิสิกส์แบบเก่า

2. กลุ่มปานกลางที่เรียนหลักสูตรฟิสิกส์แบบใหม่ สามารถเรียนรู้มโนทัศน์ได้ดีกว่ากลุ่มปานกลางที่เรียนหลักสูตรฟิสิกส์แบบเก่า

3. กลุ่มต่ำที่เรียนหลักสูตรฟิสิกส์แบบใหม่ และกลุ่มต่ำที่เรียนหลักสูตรฟิสิกส์แบบเก่า สามารถเรียนรู้มโนทัศน์ได้เท่ากัน

จอห์น แอนดรู เจอรัลด์ แมคเคลแลนด์ (McClelland 1971: 6431-A) ได้ทำการศึกษาพัฒนาการมโนทัศน์เกี่ยวกับพลังงานของเด็กนักเรียน เกรด 2 ซึ่งปกติมโนทัศน์นี้จะไม่ถูกนำมาสอนก่อน เกรด 3 การสอนได้พิจารณาจากกฎเกณฑ์ของพลังงาน และความสามารถตามอายุเด็ก สอนให้รู้จักกระบวนการในการเปลี่ยนรูปของพลังงานแต่ละกระบวนการ โดยสร้างบทเรียนต่อเนื่องกัน 5 บทเรียน และปรับปรุงใช้กับเด็ก เกรด 2 ในโรงเรียนแห่งหนึ่งในอิทากะ นิวยอร์ค จำนวน 3 ห้องเรียน ซึ่งมีจำนวนเด็กชายและหญิงเท่ากัน กำหนดการทดสอบด้วยภาพ 2 ครั้ง ซึ่งครั้งแรกจะสอบเมื่อเสร็จสิ้นการเรียนการสอนไปแล้ว 1 สัปดาห์ และจะ

สอบซ้ำอีกครั้งใน 4 สัปดาห์ต่อมา นอกจากนั้นมีการสัมภาษณ์อีก 6 ครั้ง 2 ครั้งแรกไม่เกี่ยวกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ 2 ครั้งต่อมาทำทันทีหลังจากทดสอบด้วยภาพแล้ว 2 ครั้ง และ 2 ครั้งสุดท้ายสัมภาษณ์เกี่ยวกับเนื้อเรื่องใหม่ การเรียนรู้มโนทัศน์ของพลังงาน 3 ระดับ คือ

ระดับที่ 1 เกี่ยวกับรูปของพลังงานขั้นพื้นฐาน

ระดับที่ 2 เกี่ยวกับพลังงานอันเป็นสิ่งที่มีอยู่จริง

ระดับที่ 3 เกี่ยวกับความถาวรของพลังงาน

ผลการวิจัยพบว่า ผู้ถูกสัมภาษณ์ครึ่งหนึ่ง สามารถเรียนรู้มโนทัศน์ในระดับที่ 1 ได้อีก 10% สามารถเรียนรู้มโนทัศน์ในระดับที่ 2 ได้ แต่การเรียนรู้มโนทัศน์ระดับที่ 3 เรื่องความถาวรของพลังงานมีผลไม่เป็นที่น่าพอใจ

จอห์น เอช ชราเดอร์ (Shrader อ้างถึงใน ปทีป เมธาคุณวุฒิ 2514: 25) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียนเกรด 5 และ เกรด 6 ที่มีต่อมโนทัศน์สำคัญทางเคมีบางเรื่องที่สอนในวิทยาลัยปีที่ 1 โดยทำการทดลองสอน และเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อน และหลังสอบของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง และนักศึกษาปีที่ 1 ในวิทยาลัยตลอดจนสังเกตพฤติกรรมตอบสนองของนักเรียนกลุ่มทดลอง ใช้กลุ่มทดลองจากโรงเรียน ฮีเบเลอร์ กลุ่มควบคุมจากโรงเรียนวอชิงตัน และนักศึกษาจากเซนทรัลวอชิงตัน สเตท คอลเลจ ส่วนเนื้อหานำมาจากหนังสือแบบเรียนของวิทยาลัย ผู้วิจัยทำการทดลองสอนเอง 24 วัน แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้ค่าที (t-test) ของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของการทดสอบก่อนและหลังการสอบในแต่ละกลุ่ม ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนเกรด 5 และ 6 สามารถเรียนรู้และเข้าใจมโนทัศน์วิชาเคมีที่สอนในวิทยาลัยปีที่ 1 ได้ ช่วงระยะเวลาในการเข้าห้องทดลองมีประโยชน์ในการสอนมาก

2. มโนทัศน์พื้นฐานวิชาเคมีของนักศึกษาในวิทยาลัยซึ่งได้รับการสอนจากโรงเรียนมัธยม มีขอบเขตจำกัด

เอลเมอร์ เอ เลมด์ และคนอื่น ๆ (Lemke and others อ้างถึงใน ชาญวิทย์ จรตระการ 2524: 31) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์และการเรียนมโนทัศน์ ผู้เข้ารับการทดลองเป็นนักเรียนเกรด 7, 8 และ 9 ทั้งชายและหญิง จำนวน 120 คน

เครื่องมือที่ใช้สอนเป็นบัตรสิ่งเร้าทรงเรขาคณิตระนาบ 6 ด้าน และ 2 ลักษณะในแต่ละด้าน จำนวน 64 บัตร ผู้รับการทดลองทุกคนจะต้องเรียนมโนทัศน์คนละ 8 ปัญหา เวลาที่ใช้ในการแก้ปัญหาแต่ละปัญหาเป็นคะแนนที่ต้องการ การวัดผลสัมฤทธิ์ใช้แบบทดสอบมาตรฐานจำนวน 16 ชุด เกี่ยวกับทางด้านตัวเลข การออกเสียง วิทยาศาสตร์และการอ่านผลจากการคำนวณ หาค่าสหสัมพันธ์ภายใน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับการเรียนมโนทัศน์ในทางบวกสูงมาก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ของนักเรียนเกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมาก

ผลการวิจัยดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น แสดงให้เห็นว่า มโนทัศน์มีความสัมพันธ์กับการเรียนการสอน ความรู้ความเข้าใจของนักเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอย่างมาก

<u>งานวิจัยในประเทศ</u>

รัชนี ศานติยานนท์ (2518: 40-43) ได้ศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาถึงความสามารถในการเรียนรู้มโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตัวอย่างของประชากรในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ปีการศึกษา 2517 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม) 3 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 91 คน เครื่องมือที่ใช้คือแบบทดสอบตามบทเรียนที่สร้างขึ้นเอง 5 บทเรียน ทดลองสอน 15 ชั่วโมง แล้วทำการทดสอบ เพื่อวัดความเข้าใจ การนำไปใช้ และความจำในมโนทัศน์ต่าง ๆ ผลของการวิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นสามารถเรียนมโนทัศน์บางเรื่องที่จัดสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้ และสามารถนำเนื้อหานี้บรรจุลงในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นได้

ปทีป เมธาคุณวุฒิ (2514: ง) ได้ทดลองสอนวิชาไฟฟ้าระดับมัธยมศึกษาตอนต้นแก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยสุ่มตัวอย่างจากนักเรียนชั้นประถมปีที่ 6 โรงเรียนสายน้ำทิพย์ 4 ห้องเรียน จำนวน 140 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มละ 2 ห้องเรียน ผู้วิจัยทำการสอนวิชาไฟฟ้ากับกลุ่มทดลองตามโครงการที่จัดตามแนวมโนทัศน์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 สอนเป็นเวลา 5 สัปดาห์ 20 ชั่วโมง ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนตามปกติ และเลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนวัดธาตุทอง 4 ห้องเรียน จำนวน 110 คน

สำหรับทดสอบเปรียบเทียบ ผลปรากฏว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลอง สามารถเรียนวิชาไฟฟ้าได้ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกด้าน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลอง กลุ่มสูงกับกลุ่มต่ำ สามารถเรียนวิชาไฟฟ้า ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในด้านความเข้าใจ และการนำโมโนทัศน์ไปใช้ แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในด้านความจำและผลรวมทั้งหมด ส่วนนักเรียนชั้นประถมปีที่ 6 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏว่ามีความรู้ในวิชาไฟฟ้าแตกต่างกัน

สมชัย กุลจนิรักษ์ (2528: 60-63) ได้ศึกษาเกี่ยวกับวิธีที่เหมาะสมในการสอนมโนทัศน์ของมวลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 32 คน ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคต้นปีการศึกษา 2528 โดยใช้ห้องเรียนหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 ซึ่งครูใช้วิธีสอนแบบสืบสอบ อีกห้องเรียนหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งครูใช้วิธีสอนแบบตามลำดับขั้นการเรียนรู้ของ กาญเย (Gagné) และในแต่ละกลุ่มทดลองได้แบ่งออกเป็นกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนสูง จำนวน 16 คน และกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ 16 คน ระยะเวลาในการทดลองสอน ห้องละ 4 คาบ หลังจากสอนจบแล้วให้นักเรียนสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องมโนทัศน์ของมวลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.72 ผลปรากฏว่า

1. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมโนทัศน์ของมวลระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบและการสอนแบบตามลำดับขั้นการเรียนรู้ของกาญเย (Gagné) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมโนทัศน์ของมวลระหว่างนักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมโนทัศน์ของมวลระหว่างนักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำที่ได้รับการสอนตามลำดับขั้นการเรียนรู้ของกาญเย (Gagné) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมโนทัศน์ของมวล ระหว่างนักเรียนกลุ่มสูงที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบ และนักเรียนกลุ่มสูงที่ได้รับการสอนตามลำดับขั้นการเรียนรู้ของกาญเย (Gagné) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมโนทัศน์ของมวล ระหว่างนักเรียนกลุ่มต่ำที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบ และนักเรียนกลุ่มต่ำที่ได้รับการสอนตามลำดับขั้นการเรียนรู้ของกาญเย (Gagné) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

น้ำทิพย์ ฤกษ์หร่าย (2523: 19-38) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนมโนทัศน์ เรื่อง "พันธะเคมี" ตามแนวสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4ที่เรียนเนื้อหาวิชาเคมีเรื่อง "พันธะเคมี" ตามแนวสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2522 ในกรุงเทพมหานคร 9 โรงเรียน จำนวน 490 คน เครื่องมือในการวิจัยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนมโนทัศน์วิชาเคมีเรื่อง "พันธะเคมี" เป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น 0.84 ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนมโนทัศน์เรื่อง "พันธะเคมี" ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร ต่ำกว่าเกณฑ์ที่คาดหวัง คือต่ำกว่า 70%

2. นักเรียนที่เรียนจากครูผู้สอนที่มีวิชาเอกต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนมโนทัศน์เรื่อง "พันธะเคมี" ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. นักเรียนที่เรียนจากครูผู้สอนที่มีประสบการณ์ในการสอนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนมโนทัศน์เรื่อง "พันธะเคมี" แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. นักเรียนที่เรียนจากครูผู้สอนที่ใช้วิธีสอนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนมโนทัศน์เรื่อง "พันธะเคมี" แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาวรรณคดี งานวิจัยในต่างประเทศ และงานวิจัยในประเทศ ที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่า การศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่แล้วงานวิจัยต่าง ๆ มักจะศึกษาถึงวิธีการที่เหมาะสมในการสอนมโนทัศน์ หรือศึกษาถึงความสามารถในการเรียนมโนทัศน์ของนักเรียน ตลอดจนศึกษาถึงตัวแปรที่มีผลต่อการเรียนการสอนมโนทัศน์ และการเรียนรู้มโนทัศน์ของนักเรียน ยังไม่ปรากฏว่ามีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการศึกษามโนทัศน์ทางฟิสิกส์ในชั้นสูงต่อไป