

วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนโครงการขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัด  
สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ เขตการศึกษา 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร  
และรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องในหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. มโนทัศน์

- 1.1 ความหมายของมโนทัศน์
- 1.2 ความหมายของมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์
- 1.3 ประเภทของมโนทัศน์
- 1.4 ประโยชน์ของมโนทัศน์
- 1.5 การสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์

2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

- 2.1 ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
- 2.2 สาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 3.1 งานวิจัยในต่างประเทศ
- 3.2 งานวิจัยในประเทศ



## มโนทัศน์

### ความหมายของมโนทัศน์

มโนทัศน์ เป็นคำที่นำมาใช้ในความหมายเดียวกันกับคำว่า concept ในภาษาอังกฤษ ซึ่งบุคคลต่างๆ ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ดังนี้

เจ. พี. กิลฟอร์ด (Guilford, 1952) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับมโนทัศน์ไว้ว่า "มโนทัศน์ เป็นสัญลักษณ์อย่างหนึ่งที่ได้รับจากประสบการณ์ในการพบเห็นสิ่งต่างๆ แล้วใช้ลักษณะที่มีร่วมกันจัดจำแนกเป็นกลุ่ม เป็นพวก เช่น เมื่อมองเห็นแมวหลายตัวก็สามารถจำลักษณะที่มีร่วมกันของแมวได้ แสดงว่าเกิดมโนทัศน์เกี่ยวกับแมวขึ้นแล้ว"

ฟรีเดอริค เจ. แมคโดนัลด์ (Mc Donald, 1959) ได้กล่าวถึงมโนทัศน์ไว้ว่า

มโนทัศน์ เป็นการจำแนกประเภทกลุ่มของสิ่งเร้าซึ่งมีลักษณะจำเพาะร่วมกัน มโนทัศน์ไม่ใช่ตัวของสิ่งเร้า และไม่ใช่ประสบการณ์ที่เกี่ยวกับสิ่งเร้า นั้น แต่เป็นการจัดประเภทของสิ่งเร้าต่างๆ เหตุการณ์ต่างๆ หรือลักษณะต่างๆ โดยใช้ประสบการณ์ที่เกี่ยวกับสิ่งนั้นๆ มาแยกแยะและสรุปเป็นความคิดขั้นสุดท้ายที่มีต่อสิ่งนั้น

จอห์น พี. เดอ เซคโค (De cecco, 1968) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า "มโนทัศน์เป็นกลุ่มของสิ่งเร้า หรือเหตุการณ์ที่มีลักษณะบางประการ หรือหลายประการร่วมกันอยู่ สิ่งเหล่านี้อาจเป็นวัตถุ สิ่งของ บุคคล เหตุการณ์ ตลอดจนสภาพดินฟ้าอากาศซึ่งโดยปกติเราจะกำหนดมโนทัศน์ด้วยชื่อ เช่น มนุษย์ หนังสือ เป็นต้น"

คาร์เตอร์ วี. กูด (Good, 1973) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ 3 ประการ ดังนี้

1. ความคิด หรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบ หรือลักษณะร่วมที่สามารถแยกออกเป็นกลุ่มเป็นพวกได้
2. ความคิดทั่วไปเชิงนามธรรมเกี่ยวกับสถานการณ์ กิจกรรม หรือวัตถุ

### 3. ความรู้สึกนึกคิด ความเห็น ความคิด และมโนภาพ

กูควิน และคลอสไมเออร์ (Goodwin and Klausmeier, 1975) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า "มโนทัศน์ คือ ตัวที่จะบอกถึงคุณลักษณะของสิ่งต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ เหตุการณ์ หรือกระบวนการทำให้สามารถแยกสิ่งต่างๆ นั้นออกจากสิ่งอื่นได้และขณะเดียวกันก็สามารถจะเชื่อมโยงสิ่งนั้นเข้ากับกลุ่มสิ่งของประเภทเดียวกันได้"

อาร์ เอส ฟิลด์แมน (Fieldman, 1987) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับมโนทัศน์ไว้ว่า "มโนทัศน์เป็นการจัดกลุ่มสิ่งของเหตุการณ์ หรือคนที่มีคุณสมบัติคล้ายกันเข้าด้วยกัน มโนทัศน์จะทำให้เข้าใจสิ่งต่างๆ ได้ง่ายขึ้น และสามารถจำแนกสิ่งต่างๆ ที่พบเห็นให้อยู่ในรูปที่จะเข้าใจได้ตามประสบการณ์ที่ผ่านมา"

อาคม จันทสุนทร (2522) ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า

มโนทัศน์ คือ ความคิด ความเข้าใจที่สรุปรวมเกี่ยวกับสิ่งหนึ่งสิ่งใด หรือเรื่องหนึ่ง เรื่องใด อันเกิดจากการได้รับประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นหลายๆ แบบแล้วได้ใช้ลักษณะของสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นมาจัดเป็นพวกให้เกิดความคิด ความเข้าใจโดยสรุปรวมในสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้น

บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ (2523) กล่าวว่า

มโนทัศน์ คือ การสรุปความคิดของคนเป็นผลจากการรับรู้ของคนที่มีต่อสิ่งต่างๆ หรือเรื่องราวที่เกิดขึ้นกับคนในธรรมชาติ และสังคม เป็นความคิดหลายขั้นตอนหลายระดับ นับแต่เรื่องง่ายธรรมดาไปสู่ความคิดที่ยุ้งยากซับซ้อน มีลักษณะเป็นนามธรรมที่คนรับรู้จากประสาทสัมผัสกลายเป็นประสบการณ์ที่คนแปลความหมายแทนไว้อีกต่อหนึ่ง การสรุปความคิดนี้อาจหมายถึงความสามารถในการจำกัดความ อธิบายลักษณะ บอกความแตกต่าง จัดหมวดหมู่ หรือแยกประเภท หรือบอกลักษณะโดยทั่วไปเหล่านี้เป็นต้น

สวัสด์ มุทขเมธา (2523) ได้สรุปความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า "มโนทัศน์เป็นการจัดลักษณะที่เหมือนกันของประสบการณ์เข้าด้วยกันอย่างมีระบบขึ้นเป็นหน่วยความคิด เป็นประเภทหมู่ กลุ่มของสิ่งต่างๆ เหล่านั้น มโนทัศน์จึงมีลักษณะเป็นนามธรรมสื่อสารทำความเข้าใจกันได้โดยทางภาษา"

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525) ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ ดังนี้

มโนทัศน์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งอันเกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์ที่เกี่ยวกับสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นหลายๆ แบบ แล้วใช้ลักษณะของสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นนำมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุป หรือคำจำกัดความของสิ่งนั้น

กมลรัตน์ หล้าสว่างษ์ (2528) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ว่า "มโนทัศน์ หมายถึง การเข้าใจประเภทของสิ่งต่างๆ ได้ถูกต้องตามกฎเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น การเข้าใจมโนทัศน์ของปากกา ก็จะหมายถึงสิ่งที่ใช้เขียนมีสีต่างๆ เช่น ดำ แดง เป็นต้น"

สวัสด์ก นิยมคำ (2531) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ดังนี้ "มโนทัศน์ หมายถึง รูปแบบของความรู้ซึ่งเกิดจากการจัดกลุ่ม หรือจัดประเภทของสิ่งของที่ได้จากการสังเกตหลายๆ อย่างเข้าด้วยกัน"

รัตนะ บัวสนธิ์ (2532) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ดังนี้ "มโนทัศน์ หมายถึง กระบวนการความคิดของบุคคลที่ประกอบไปด้วยการจำแนก (Discrimination) และการสรุปอ้างอิง (Generalization) ต่อสิ่งเร้าใดก็ตามที่กระทบกับประสาทสัมผัสทั้ง 5 โดยใช้กฎเกณฑ์ใดกฎเกณฑ์หนึ่งทำการจำแนก และสรุปอ้างอิง"

ปรีชาพร วงศ์อนตรโรจน์ (2534) ให้ความเห็นเกี่ยวกับมโนทัศน์ไว้ว่า "มโนทัศน์ เป็นผลสรุปจากการรับรู้ของเราที่มีต่อสิ่งเร้าที่มีคุณลักษณะร่วมกันอยู่ เป็นการรวบรวมสิ่งที่

คล้ายคลึงกันเข้ามารวมกันเป็นรูปแบบอันเดียวกัน เช่น หนังสือก็รวมตั้งแต่พจนานุกรมจนถึงหนังสือการ์ตูนเป็นต้น"

จากการที่นักการศึกษาของไทยและต่างประเทศหลายท่านได้ให้ความหมายของมโนทัศน์พอจะกล่าวโดยสรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจโดยสรุปของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการได้รับประสบการณ์ที่เกี่ยวกับสิ่งนั้นหลายๆแบบ

#### ความหมายของมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์

อี แอล ค็ลอปเฟอร์ (Klopfer, 1971) กล่าวว่า "มโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง สิ่งที่เป็นนามธรรมอันเป็นผลที่ได้มาจากการศึกษาปรากฏการณ์ หรือความสัมพันธ์ต่างๆ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้พบว่า มโนทัศน์นั้นมีประโยชน์ในการศึกษาโลกธรรมชาติ"

มังกร ทองสุคดี (2523) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ หรือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า

มโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ระบบสังเคราะห์ หรือความสัมพันธ์ตามเหตุผล หรือความคิดสำคัญซึ่งรวมข้อเท็จจริง และหลักเกณฑ์ของแต่ละบุคคลว่าเข้าใจความสัมพันธ์ในวัตถุ หรือสัญลักษณ์ หรือสถานการณ์มากขึ้นเพียงใด . . . มโนทัศน์จึงเป็นสิ่งที่ปรุงแต่งขึ้นมาโดยอาศัยเหตุผล และทำให้ข้อเท็จจริงมีความหมายที่จะช่วยให้เกิดประโยชน์ในการคิดขั้นต่อไป

ปรีชา วงศ์ศิริ (2525) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ว่า "มโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดหลักที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งจะช่วยให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยที่ความเข้าใจดังกล่าวจะแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ของบุคคล"

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525) ได้เสนอความเห็นเกี่ยวกับมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ว่า

มโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์มีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรม มีความเชื่อมโยงต่อเนื่องกันไปอย่างลึกซึ้งตลอดเวลา มโนทัศน์หนึ่งอาจจะเกิดจากการนำเอามโนทัศน์หลายๆ มโนทัศน์มาสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล นอกจากนี้มโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ยังเป็นมโนทัศน์ที่เกิดจากข้อเท็จจริงที่เน้นหนักในเชิงปริมาณ...มโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์นอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในบทเรียนและเข้าใจความรู้ในระดับสูงอย่างแจ่มแจ้งแล้ว มโนทัศน์เกี่ยวกับที่เป็นเหตุผลซึ่งกัน และกันยังช่วยให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ด้วย

นิคม ทาแดง และสุจินต์ วิเศษรัตน์ (2531) ได้ให้ความหมายมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

มโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้วิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่งที่เกิดจากความคิดโดยสรุปของบุคคลที่มีต่อวัตถุ หรือปรากฏการณ์ มโนทัศน์ไม่ใช่ข้อเท็จจริงและไม่ใช่ทฤษฎี แต่มโนทัศน์เป็นผลจากการพิจารณาจัดระบบข้อเท็จจริง และการสังเกตสิ่งที่เกี่ยวข้องกันซึ่งทำให้เกิดความเข้าใจ หรือความคิดโดยสรุปที่ชัดเจนเกี่ยวกับสิ่งนั้น และในการพิจารณาจัดระบบข้อเท็จจริงต้องใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล มีจินตนาการที่รอบคอบจนเกิดความรู้ที่ชัดเจนขึ้น ดังนั้นมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์จึงเป็นความรู้ที่เป็นผลผลิตของการใช้ความคิด พิจารณาจัดระบบข้อเท็จจริง และประสบการณ์อย่างรอบคอบ

จากความหมายของมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ ที่นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอไว้จะเห็นว่า มโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์มีความหมายคล้ายกันกับมโนทัศน์ทั่วไป เพียงแต่มโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์นั้นจะเน้นไปในการศึกษาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงพอสรุปความหมายของมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ได้ว่า เป็นความคิด ความเข้าใจโดยสรุปที่ได้จากการรวบรวมข้อเท็จจริงที่เกี่ยวกับวัตถุ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ มาประมวลสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล

### ประเภทของมโนทัศน์

นักการศึกษา และนักจิตวิทยาได้จำแนกประเภทของมโนทัศน์ไว้โดยใช้เกณฑ์ในการจำแนกที่แตกต่างกันไป ดังนี้

จอห์น พี เคอ เชคโค (De Cecco, 1968) ได้จำแนกมโนทัศน์ออกเป็น 3 ประเภทพอสรุปได้ ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่มีลักษณะร่วมกัน (conjunctive concept) หมายถึง มโนทัศน์ที่เกิดจากการมีลักษณะเฉพาะหลายอย่างร่วมกัน เช่น สุนัขจะมีลักษณะของสี ขนาด รูปร่าง ผิว และพฤติกรรมแตกต่างจากสัตว์ประเภทอื่น ดังนั้นไม่ว่าจะเป็นสุนัขพันธุ์เกรทเดนหรือสุนัขพันธุ์พูเดิลก็ยังสามารถบอกได้ว่าเป็นสุนัข มโนทัศน์ประเภทนี้เป็นมโนทัศน์พื้นฐานที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และเป็นมโนทัศน์ที่เรียนรู้ง่ายที่สุด

2. มโนทัศน์แยกลักษณะ (disjunctive concept) หมายถึง มโนทัศน์ที่มีลักษณะเฉพาะของลักษณะทั่วไปอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือทั้งสองอย่างปรากฏอยู่ เช่น มโนทัศน์ของรูปสองรูป และวงกลมสองวงจะมีลักษณะทั่วไป คือ รูปร่างและจำนวน และมีลักษณะเฉพาะในเรื่องจำนวนสองจำนวนปรากฏอยู่เหมือนกัน แต่มีลักษณะเฉพาะของรูปร่างแตกต่างกัน

3. มโนทัศน์ที่มีลักษณะสัมพันธ์กัน (relational concept) หมายถึง มโนทัศน์ที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทั่วไปของมโนทัศน์ หรือเหตุการณ์ สภาวะหรือสิ่งเร้าตั้งแต่สองอย่างขึ้นไป เช่น มโนทัศน์ของระยะทางเกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างจุดสองจุดซึ่งหมายถึงการแยกออกจากกันของจุดสองจุด หรือความสัมพันธ์ระหว่างภาษีเงินได้กับระดับรายได้

ชวิทย์ชัย ชัยจิรฉายกุล (2520) ได้แบ่งประเภทของมโนทัศน์ออกเป็น 3 ประเภทสรุปได้ ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่เกิดจากคุณลักษณะร่วมกัน (conjunctive concept) เป็นมโนทัศน์ที่แทนคุณลักษณะร่วมกันระหว่างสิ่งของ เด็กที่จัดกลุ่มมะม่วง ขนุน กล้วย แอปเปิ้ลเข้าด้วยกัน ภาษีได้ชื่อผลไม้แสดงว่าทั้ง 4 อย่างมีลักษณะร่วมกันที่รับประทานได้ มีรสใกล้เคียงกันในขณะเดียวกันเราแยก แมว ม้า วัวออกจากกันได้โดยใช้มโนทัศน์ขึ้นนี้ซึ่งถือว่าเป็นการเรียนรู้ได้ง่ายที่สุด

2. มโนทัศน์ที่เกิดจากคุณลักษณะขัดแย้งกัน (disjunctive concept) เป็นมโนทัศน์ที่มีคุณค่าที่เหมาะสมของคุณลักษณะอีกอันหนึ่ง หรือทั้งสองอันปรากฏอยู่ในมโนทัศน์ประเภทนี้ คุณลักษณะ และคุณค่าใช้แทนกันได้ เช่น "บุคคลใดที่มีสัญชาติไทย และภูมิลำเนาอยู่: เมืองลพบุรี มีสิทธิออกเสียงเลือกตั้งสมาชิกสภาเทศบาลเมืองลพบุรี" ประกอบด้วยหลายคุณลักษณะเป็นต้นว่า ใครก็ตามที่มีอายุเกิน 21 ปี และอยู่ในเมืองลพบุรี หรือใครก็ตามที่มีกิจการค้าอยู่ในเมืองลพบุรี หรือใครก็ตามที่มีทรัพย์สินอยู่ในเมืองลพบุรีซึ่งทั้ง 3 ลักษณะไม่มีสิ่งใดร่วมกัน มโนทัศน์ประเภทนี้ ยุ่งยากในการเรียนรู้ เพราะเป็นการเทียบคุณลักษณะโดยไม่มีกฎเกณฑ์แต่ต้องเรียนรู้การเทียบชั้นของสิ่งไว้

3. มโนทัศน์ที่เกิดจากคุณลักษณะเชิงสัมพันธ์ (relational concept) เป็นมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์เฉพาะระหว่างคุณลักษณะ ตัวอย่าง เช่น "ระยะทาง" ซึ่งเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างจุดสองจุด "ทิศทาง" ซึ่งเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างจุดสองจุด หรือมากกว่า ซึ่งหมายถึง การเคลื่อนที่ไปสู่อีกจุดหนึ่ง นอกจากนี้ ได้แก่ เวลา แรง น้ำหนัก สิ่งที่จำแนกคุณลักษณะ คือ ความแตกต่างในความสัมพันธ์ของคุณลักษณะเดียวกัน

บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ (2523) ได้จำแนกมโนทัศน์ออกเป็น 3 ประเภทสรุปได้ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่มีลักษณะร่วมกัน เป็นมโนทัศน์ที่มีคุณลักษณะร่วมกันหลายอย่าง เช่น สุนัข แม้ว่าจะมีอยู่หลายพันธุ์ เช่น อัลเซเชียน โดเบอร์แมน จิ้งจอก หมาใน ฯลฯ แม้ว่าคุณค่าจะผิดแผกแตกต่างกัน แต่ก็มีคุณลักษณะหลายอย่างร่วมกันซึ่งสามารถบอกให้ทราบว่าเป็นสุนัข

2. มโนทัศน์ที่เป็นเชิงสัมพันธ์ เป็นมโนทัศน์ที่อาศัยความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก หรือ ส่วนของกลุ่มมาพิจารณาคคุณลักษณะ หรือคุณค่าที่แตกต่างกันแต่สมาชิกหรือส่วนประกอบมีความสัมพันธ์กันในบางลักษณะ เช่น การจัดกลุ่มคนที่มีอายุ เพศ และวัยต่างกันเข้าด้วยกัน เพราะบุคคลเหล่านั้นปฏิบัติกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งร่วมกัน

3. มโนทัศน์ที่เป็นเชิงวิเคราะห์ เป็นมโนทัศน์ที่อยู่บนพื้นฐานของคุณลักษณะที่สังเกตได้จากส่วนของวัตถุ สิ่งของ เรื่องราวแต่ละอย่างภายในกลุ่มซึ่งละเอียดซับซ้อนกว่ามโนทัศน์สองประเภทแรก เช่น จัดกลุ่มสัตว์สี่เท้าเข้าด้วยกันเพราะดูจำนวนขาหรือเท้า



รัตนะ บัวสนธ์ (2532) ได้แบ่งมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์แบบรูปธรรม หมายถึง มโนทัศน์ที่หาตัวอย่างได้โดยตรง และตัวอย่างนี้แสดงให้เห็นเป็นสิ่งที่จับต้อง สูดดม มองเห็น ได้ยิน ได้รู้รสชาติเจือ เช่น ต้นไม้ แมว ผู้หญิง
2. มโนทัศน์แบบนามธรรม หมายถึง มโนทัศน์ที่ไม่สามารถหาตัวอย่างได้โดยตรง เช่น ความดี ความเลว ความจริง

มโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ก็สามารถจำแนกประเภทได้เช่นเดียวกับมโนทัศน์โดยทั่วไป ดังที่นักการศึกษาต่างๆ ได้กล่าวไว้ ดังต่อไปนี้

เอ อี ลอสัน (Lawson : nodate อ้างถึงใน วราภรณ์ ภิรลิริ, 2533) ได้แบ่งมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท สรุปได้ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (concrete concepts) เป็นมโนทัศน์ที่ให้ความหมายขยายความ และอธิบายลักษณะในรูปแบบที่สามารถรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส เร็ยรับรู้ด้วยประสบการณ์ตรงที่จัดเป็นรูปธรรม
2. มโนทัศน์เชิงนามธรรม (formal concepts) เป็นมโนทัศน์ที่ให้ความหมายขยายความ และอธิบายลักษณะที่ต้องอาศัยความเข้าใจเกี่ยวกับ กฎ หลักการ ทฤษฎีต่างๆ การวินิจฉัย (inference) การสันนิษฐานจากหลักฐาน (postulated) รูปแบบจำลองในจินตนาการมโนภาพ และมโนทัศน์อื่น ๆ มาประกอบ เช่น มโนทัศน์เกี่ยวกับความหนาแน่นต้องอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างมวล และปริมาตรในลักษณะที่เป็นอัตราส่วน เป็นต้น

อาร์ บี ซันด์ และแอล ดับเบิลยู โทรบริดจ์ (Sund and Trowbridge, 1973) แบ่งมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภทสรุปได้ ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (concrete concepts) เป็นมโนทัศน์ที่พัฒนาจากการรับรู้จากวัตถุที่เป็นรูปธรรมไปสู่ความเป็นนามธรรม เช่น มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับแม่เหล็ก เลนส์ โลหะหิน เป็นต้น
2. มโนทัศน์เชิงกระบวนการเคลื่อนที่ (dynamic process concepts) เป็นมโนทัศน์ที่พัฒนาจากกระบวนการที่มีการเคลื่อนที่ของสิ่งต่างๆ เช่น การออสโมซิส ความเร่ง

## การสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นต้น

ปรัชชา วงศ์ชูศิริ (2525) จำแนกมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภทสรุปได้ดังนี้

1. มโนทัศน์เกี่ยวกับการแบ่งประเภท มโนทัศน์ประเภทนี้เป็นการกำหนดสมบัติร่วมของสิ่งต่างๆ ไว้เป็นพวกๆ เพื่อใช้ในการบรรยายถึงสิ่งนั้นๆ ให้เข้าใจตรงกัน เช่น น้ำทะเลเป็นน้ำกร่อย สสาร คือ สิ่งที่มีมวลและต้องการที่อยู่

2. มโนทัศน์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ มโนทัศน์ประเภทนี้ เป็นการกำหนดความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ย่อยที่เกี่ยวข้องกันซึ่งช่วยให้สามารถพยากรณ์ หรือคาดคะเนล่วงหน้าในเหตุการณ์นั้น เช่น แรงแม่เหล็ก คือ อำนาจที่ผลัก หรือดึงวัตถุให้เกิดการเคลื่อนที่ สสารอาจเปลี่ยนสถานะได้โดยการเพิ่ม หรือลดพลังงาน

3. มโนทัศน์ทางทฤษฎี มโนทัศน์ประเภทนี้เป็นการกำหนดสิ่งที่มองไม่เห็น แต่รู้ว่าสิ่งนั้นมีอยู่จริง เพราะมีหลักฐานสนับสนุนว่าเป็นจริง มโนทัศน์ประเภทนี้ นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นโดยอาศัยจินตนาการ หรือนิยามภาพขึ้นในสมองเพื่อกำหนดลักษณะของสิ่งนั้น เช่น แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อะตอม คือ อนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุซึ่งประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่ามโนทัศน์หรือมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์แบ่งได้หลายประเภท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้เกณฑ์ในการจำแนกมโนทัศน์ และมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ที่คล้ายคลึงกัน ทำให้พอที่จะสรุปประเภทของมโนทัศน์ และมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ดังนี้ คือ มโนทัศน์ที่สามารถรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ซึ่งเป็นมโนทัศน์เชิงรูปธรรม และมโนทัศน์ที่ต้องอาศัยความเข้าใจ การวินิจฉัย การจินตนาการ ในการกำหนดลักษณะของสิ่งนั้น ๆ ซึ่งเป็นมโนทัศน์เชิงนามธรรม

## การสร้างมโนทัศน์

ได้มีผู้เสนอความคิดเกี่ยวกับกระบวนการสร้างมโนทัศน์ไว้ในลักษณะต่างๆ กัน ดังนี้

เค โลเวล (Lovell, 1966) ได้เสนอความเห็นเกี่ยวกับกระบวนการสร้างมโนทัศน์ไว้สรุปได้ดังนี้

กระบวนการสร้างมโนทัศน์ประกอบด้วย 3 กระบวนการ คือ

1. กระบวนการรับรู้ (perception)
2. การย้อนย่อ (abstraction)
3. การสรุปครอบคลุม (generalization)

ในกระบวนการทั้ง 3 กระบวนการนี้ กระบวนการย้อนย่อเป็นจุดสำคัญของการสร้างมโนทัศน์ ซึ่งได้แก่การที่เด็กสามารถวิเคราะห์ลักษณะเด่นซึ่งเป็นลักษณะที่ร่วมกันของวัตถุ หรือเหตุการณ์ในสิ่งแวดล้อมนั้น การสร้างมโนทัศน์ของเด็กจะเกิดขึ้นเมื่อเด็กสามารถแยกแยะ (discrimination) สมบัติของวัตถุ หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น จากนั้นสามารถสรุปครอบคลุมออกไปในลักษณะที่ร่วมกันของสิ่งที่ค้นพบได้

เดวิด พี ออซูเบล (Ausubel, 1968) กล่าวถึงลำดับขั้นในการสร้างมโนทัศน์ไว้สรุปได้ดังนี้

1. วิเคราะห์ และแยกแยะความแตกต่างของสิ่งเร้า
2. สร้างสมมติฐานเกี่ยวกับลักษณะร่วมของสิ่งเร้า
3. ทดสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้นในสถานการณ์หนึ่ง
4. เลือกสมมติฐานที่สามารถครอบคลุมสิ่งเร้าที่มีลักษณะบางประการเหมือนกัน
5. นำลักษณะเฉพาะของสิ่งเร้าที่คิดไว้จากสมมติฐานมาสัมพันธ์กับโครงสร้างความคิดที่มีอยู่เดิมของตน

มีอยู่เดิมของตน

6. แยกแยะความแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ที่ได้ใหม่กับมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิม เพื่อหาความสัมพันธ์กัน

สัมพันธ์กัน

7. สรุปความหมายของมโนทัศน์ที่รับมาใหม่ให้ครอบคลุมไปยังสมาชิกทุกๆ หน่วยในกลุ่ม
8. คิดหาสัญลักษณ์ทางภาษาที่เหมาะสมมาใช้ เป็นตัวแทนของมโนทัศน์ที่รับมาใหม่



เอช เจ คลอสไมเออร์ และเอฟ เอช ฮูเปอร์ (Klausmeier and Hooper, 1974) ทำการวิจัยพบว่าการเรียนมนต์ขั้นนี้ขึ้นอยู่กับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน และอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมของการเรียนการสอน โดยพัฒนาการของการเรียนมนต์ขั้นนี้แบ่งได้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. ระดับรูปธรรม (Concrete Level) ผู้เรียนจำวัตถุสิ่งต่าง ๆ ได้ และนึกถึงชื่อของสิ่งนั้น ๆ ได้ เช่น เด็กเล็ก ๆ เรียนรู้จากคำว่า "สุนัข"
2. ระดับกลุ่ม (Identity Level) เป็นระดับที่ผู้เรียนจำสิ่งใดสิ่งหนึ่งในสภาพการณ์ และเวลาที่แตกต่างกันได้ ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้ระดับนี้ คือ ความสามารถสรุปความคล้ายคลึง และแผ่ขยายมนต์ขั้นได้ (Generalization) เช่น สุนัขก็ขอมเป็นสุนัขเสมอไม่ว่าจะอยู่ในสถานที่ เวลา หรือมุมมองที่แตกต่างกันอย่างไรก็ตาม
3. ระดับจัดจำพวก (Classification) เป็นความสามารถจัดประเภทสิ่งที่มีลักษณะร่วมกันเข้าด้วยกัน เช่น สุนัขไม่ว่าจะมีรูปร่าง ขนาด สี หรือพันธุ์แตกต่างกันอย่างไรก็เรียกว่าสุนัขทั้งนั้น
4. ระดับนามธรรม (Formal Level) เป็นการเรียนรู้ระดับที่ผู้เรียนสามารถให้มนต์ขั้น อธิบายความหมาย จำแนกความแตกต่างกับมนต์ขั้นอื่นๆ ได้ถือเป็นระดับที่เรียนรู้มนต์ขั้นได้สมบูรณ์

จำนง พรายแฮมมัท (2516) เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้มนต์ขั้นไว้สรุปได้ดังนี้ การที่บุคคลจะเกิดมนต์ขั้นเรื่องใดเรื่องหนึ่งก็ต่อเมื่อบุคคลจะต้องมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ความจริง หลักการและการสรุปรวมของเรื่องนั้นๆ มาก่อนแล้ว อีกประการหนึ่งจะต้องระลึกได้ว่าสิ่งนั้นๆ มีลักษณะเฉพาะอะไรบ้าง โดยแยกลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้นๆ ออกจากสิ่งอื่นได้ อย่างชัดเจน ซึ่งคุณลักษณะต่าง ๆ ดังกล่าวจะเกิดได้ต้องอาศัยคุณสมบัติในการใช้การสังเกตอย่างดี ดังนั้นวิธีที่บุคคลจะเกิดมนต์ขั้นจะต้องเกิดมโนภาพขึ้นในความคิดเป็นขั้น ๆ ดังนี้

ความจริง

สังเกต → หลักการ → การแยกลักษณะเฉพาะ → มนต์ขั้น

การสรุปรวม

ชัชพร วิชชาวุธ (2519) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้มโนทัศน์ไว้สรุปได้ ดังนี้

1. การเรียนรู้เริ่มจากผู้เรียนได้ประสบการณ์ซึ่งได้แก่ การเห็น การได้ยิน
2. เมื่อเกิดประสบการณ์แล้ว ผู้เรียนจะต้องสังเกตในรายละเอียดปลีกย่อยของ ประสบการณ์และคิดเปรียบเทียบ เช่น รูปที่เห็นนั้นมีสีอะไร รูปร่างอย่างไร สิ่งทั้งสองอย่าง มีอะไรเหมือนกัน และมีอะไรที่ต่างกัน
3. จากการสังเกตในข้อ 2 ผู้เรียนจะตั้งสมมติฐานว่ามโนทัศน์คืออะไร
4. ผู้เรียนทดสอบสมมติฐาน ถ้าผลปรากฏว่าถูกต้องก็จะคงสมมติฐานนั้นไว้ถ้าผิดก็จะกลับไปสังเกต และคิดตั้งสมมติฐานใหม่จนถูก

สำหรับการสร้างมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์นี้มีผู้เสนอความคิดเห็นไว้ ดังนี้  
 คณะอนุกรรมการการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525) กล่าวถึงการสร้างมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ไว้สรุปได้ดังนี้

รูปแบบการสร้างมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์นี้ ก็เช่นเดียวกับการสร้างมโนทัศน์ทั่วไป การสร้างมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์นี้มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เพราะการเรียนรู้จะ เริ่มต้นจากการสัมผัส รับรู้ปรากฏการณ์ต่างๆ เป็นเบื้องต้น และเมื่อได้รับรู้จากสิ่งที่มีลักษณะ ร่วมกันมีความสัมพันธ์กันเพิ่มขึ้นหลายๆ ครั้ง นักเรียนก็จะสามารถนำมาสรุปเป็นมโนทัศน์ เมื่อ นักเรียนเรียนรู้มากขึ้น สะสมมโนทัศน์ไว้มากขึ้นก็จะทำให้นักเรียนสามารถนำมโนทัศน์ที่สรุปร่วม ไว้นั้นไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนขั้นสูง และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น

จากแนวความคิดในการสร้างมโนทัศน์ดังกล่าวมาพอสรุปได้ว่า การสร้างมโนทัศน์จะ ขึ้นอยู่กับพัฒนาการทางสติปัญญา และสภาพแวดล้อมของผู้เรียน โดยการสร้างมโนทัศน์จะเริ่ม จากการรับรู้สิ่งต่างๆ การจำแนกลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้นๆ และการสรุปครอบคลุมลักษณะที่ร่วมกัน ของสมาชิกทุกหน่วยในกลุ่ม

ประโยชน์ของมโนทัศน์

จอห์น พี เดอ เซคโค (De Cecco, 1968) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของมโนทัศน์ไว้สรุปได้ดังนี้

1. มโนทัศน์ช่วยลดความซับซ้อนของธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม หรือเหตุการณ์ต่างๆ

ที่มีอยู่มากมาย การที่จะตอบสนองสิ่งเร้าเป็นอย่างนั้นเป็นเรื่องยาก ดังนั้นมนุษย์จึงใช้มโนทัศน์จัดแบ่งสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เป็นกลุ่ม ทำให้การตอบสนอง หรือสื่อความหมายได้ง่ายขึ้น

2. มโนทัศน์ช่วยให้รู้จักสิ่งต่างๆ การรู้จักเป็นการจัดสิ่งเร้าให้อยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง บุคคลต้องใช้ความสามารถนี้อยู่เสมอ เช่น การคิดว่าเสียงที่ได้ยินเป็นเสียงอะไร พวกไหน และมโนทัศน์เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

3. มโนทัศน์ช่วยในการเรียนรู้ได้มาก เมื่อเรียนครั้งหนึ่งๆ แล้วก็นำไปใช้ได้เรื่อยๆ ไม่ต้องเรียนซ้ำอีก เช่น เมื่อรู้จักสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมต่อไปเมื่อพบสัตว์พวกเดียวกันก็จำแนกได้ จึงทำให้หาความรู้อื่นๆ ได้มากขึ้น

4. มโนทัศน์ช่วยในการแก้ปัญหา ทำให้รู้จักว่าวัตถุนั้นอยู่ในกลุ่มใด เหตุการณ์ใหม่อยู่ในกลุ่มใด แล้วทำให้ตัดสินใจต่อไปได้ การมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง และกว้างขวางก็เท่ากับรู้จักการแก้ปัญหา

5. มโนทัศน์ช่วยในการเรียนการสอน เพราะในการเรียนการสอนใช้สื่อมาก เช่น การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน

สรุปได้ว่ามโนทัศน์มีประโยชน์ต่อการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้มากมาย และเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น

#### การสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์

โรเบิร์ต เอ็ม คับเบิลยู ทราเวอร์ส (Travers, 1967) ได้เสนอความคิดที่เกี่ยวกับการสอนมโนทัศน์ไว้ว่า

ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้อย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับวิธีการสอนของครู ในการสอนมโนทัศน์นั้น ครูควรนำวิธีสอนไปใช้ให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน ถ้าครูใช้วิธีสอนที่ยุ่งยากซับซ้อน จะทำให้ผู้เรียนเกิดความยุ่งยากในการเรียนรู้ด้วย ดังนั้นครูควรใช้วิธีสอนที่ง่าย และตรงไปตรงมา

จอร์จ พี เดอ เซคโค (De Cecco, 1968) ได้เสนอแนะวิธีการสอนให้เกิด  
 มโนทัศน์ไว้ทั้งหมด 9 ข้อดังนี้

1. ระบุพฤติกรรมที่คาดหวังไว้ให้ชัดเจนว่าหลังจากเรียนรู้มโนทัศน์นั้นแล้ว นักเรียน  
 จะทำอะไรได้บ้าง

2. วิเคราะห์มโนทัศน์ที่จะให้เรียนว่าประกอบด้วยลักษณะเด่นอะไรบ้าง ครูควรเลือก  
 เน้นเฉพาะลักษณะที่สำคัญ และจำเป็นในการสร้างมโนทัศน์ เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์  
 ได้ง่ายขึ้น

3. ครูควรใช้ภาษาที่ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่าย และเข้าใจความหมายได้ถูกต้อง

4. ครูควรแสดงตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอนทั้งทางบวก และทางลบ เพื่อให้  
 นักเรียนได้สังเกตและศึกษาโดยมีตัวอย่างทั้งทางบวกและทางลบมากพอที่จะทำให้นักเรียนสามารถ  
 สรุปลักษณะร่วมของมโนทัศน์นั้น และจำแนกลักษณะที่ไม่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นั้นได้

5. ครูควรแสดงตัวอย่างทางลบทันทีหลังจากแสดงตัวอย่างทางบวกแล้ว หรือแสดง  
 ตัวอย่างทางบวก และทางลบไปพร้อมๆกัน

6. ครูเสนอตัวอย่างทางบวกใหม่ของมโนทัศน์ให้นักเรียนพิจารณา เพื่อให้นักเรียน  
 สามารถสรุปความคิดทั่วไป และตอบสนองต่อสิ่งเร้าใหม่

7. ครูนำตัวอย่างใหม่ๆ ทั้งทางบวก และทางลบหลายตัวอย่างมาให้นักเรียนพิจารณา  
 เพื่อทดสอบการเรียนรู้มโนทัศน์ของนักเรียน

8. ครูตรวจสอบความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียน โดยให้นักเรียนบอกความหมาย  
 หรือคำจำกัดความเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้น

9. ครูให้โอกาสนักเรียนลองใช้มโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ และเสริมแรงในการใช้มโนทัศน์  
 นั้นๆ

อาร์ ดี เทนนิสัน และ พาร์ค (Tennyson and Park, 1980) ได้รวบรวม  
 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนมโนทัศน์ในชั้นเรียน และสรุปหลักเกณฑ์ในการสอนมโนทัศน์  
 4 ประการ ดังนี้

1. โครงสร้างเนื้อหาที่เรียนควรมีความแน่นอน

2. นิยามของมโนทัศน์ควรรวมลักษณะเด่น และตัวอย่างที่ให้ความมีลักษณะเด่น

และลักษณะปลีกย่อยของมโนทัศน์

3. การเสนอตัวอย่างควรคละกันไปทั้งลักษณะเด่น และลักษณะปลีกย่อยของมโนทัศน์
4. กลุ่มตัวอย่างที่ยกมา ควรคำนึงถึงขอบเขตการกระจายของตัวอย่าง และระดับความยากของตัวอย่างในเรื่องนั้นๆ และควรคำนึงถึงการปรับพื้นความรู้ของผู้เรียนขณะเรียน

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525) ได้เสนอหลักการสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ไว้ ดังนี้

1. ใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับบทเรียนและวุฒิภาวะของนักเรียน เพราะอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับบทเรียนจะทำให้เนื้อหาที่ยากกลับง่ายขึ้น ทำให้บทเรียนที่ซับซ้อนชัดเจนขึ้น ซึ่งการเลือกใช้อุปกรณ์นั้นครูจะเป็นผู้พิจารณาถึงความเหมาะสมกับบทเรียน และกับนักเรียนเพียงใด
2. จัดประสบการณ์ตรงให้นักเรียนได้สัมผัสของจริงให้มากที่สุดเท่าที่โอกาสจะอำนวย แต่การนำประสบการณ์รองมาใช้ในการสอน ก็สามารถทำให้นักเรียนเกิดสัมพันธภาพทางความคิดด้วยตนเองได้
3. ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆตลอดจนส่งเสริมให้รู้จักคิดหาเหตุผล รู้จักสังเกต และรู้จักจำแนกลักษณะของสิ่งต่างๆออกมาให้เห็นเด่นชัดจะทำให้เขามีความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นอันจะนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์ต่อไป
4. เลือกใช้วิธีสอนให้เหมาะสมกับบทเรียนและนักเรียน ในการสอนสิ่งใดก็ตามครูจะต้องเป็นผู้พิจารณาเลือกวิธีสอนและจัดกิจกรรมต่างๆ ให้นักเรียน วิธีสอนบางวิธี เช่น วิธีสอนแบบบรรยายควรนำมาใช้น้อยที่สุด เพราะการสอนวิธีนี้จะทำให้นักเรียนเกิดมโนภาพที่จะนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์อย่างผิดๆ ได้ง่าย นอกจากนั้นการสร้างมโนทัศน์ครูควรคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ เกี่ยวกับตัวนักเรียนเสียก่อน ปัจจัยที่สำคัญดังกล่าว ได้แก่
  1. ความพร้อมของนักเรียนทั้งทางกาย ใจ และสติปัญญา
  2. ประสบการณ์เดิมของนักเรียน ประสบการณ์ และมโนทัศน์ที่นักเรียนมีอยู่เดิมจะเป็นพื้นฐานในการที่จะทำให้เกิดมโนทัศน์ในระดับต่อไป ดังนั้นการที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องนั้นมาก่อนด้วยปริมาณที่มากพอจะเป็นเครื่องช่วยให้เกิดมโนทัศน์ได้ดียิ่งขึ้น
  3. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ซึ่งอาจจะเป็นแรงกระตุ้นที่เกิดจากความต้องการในการเรียนรู้ของนักเรียนเอง หรืออาจเป็นแรงกระตุ้นที่มีผลเนื่องมาจากเหตุผลทางจิตวิทยา เช่น การฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ การเรียนสิ่งที่ใกล้ตัวจากสิ่งที่ยากไปหาสิ่งที่ง่าย หรือการเรียนในสิ่งที่นักเรียนสนใจเหล่านั้น จะเป็นแรงกระตุ้นที่ช่วยส่งเสริมการเกิดมโนทัศน์ของผู้เรียน



พนัส หันนาเคินท์ (2526) กล่าวถึงหลักการสอนมโนทัศน์ไว้ ดังนี้

1. จัดหาประสบการณ์ที่เป็นจริง การอธิบายมโนทัศน์จะชัดเจนกว่าถ้าการอธิบายนั้นสัมพันธ์กับสิ่งที่เข้าใจอยู่แล้ว โดยเฉพาะหากเป็นสิ่งที่มีลักษณะเป็นของจริง หรือประสบการณ์จริง ในกรณีเช่นนี้การหาอุปกรณ์การสอนที่ตรงกับเรื่องจะช่วยให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องได้ดียิ่งขึ้น
2. แดงกฎเกณฑ์ต่างๆโดยชัดเจน ประสบการณ์ที่เป็นจริงเป็นสิ่งที่จำเป็นในการสร้างมโนทัศน์ใหม่แก่นักเรียน ประสบการณ์ที่แดงออกมาอย่างชัดเจนย่อมจะสร้างมโนทัศน์ที่ถูกต้องและชัดเจน สิ่งหนึ่งที่จะช่วยได้มากก็คือการพยายามให้นักเรียนแดงมโนทัศน์ออกมาด้วยตนเอง
3. การให้คำอธิบายอย่างแจ่มแจ้ง ในการอธิบายครูจะต้องพยายามให้หลักการที่ได้ผลในการติดต่อสื่อสารด้วยความคิด เช่น ใช้คำพูดที่นักเรียนคุ้นเคย ใช้ประโยคง่ายๆเน้นจุดสำคัญด้วยการอธิบายซ้ำๆให้เห็นความสัมพันธ์ของเรื่องย่อยที่มีอยู่ในเรื่องใหญ่ และใช้คำถามนำในเรื่องที่เป็นหัวใจของเรื่อง

จอห์น เอดเวิร์ด การ์เน (Garone อ้างถึงใน Sax, 1969) ได้กล่าวว่า "วิธีการแก้ปัญหาเป็นวิธีการที่สามารถพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หรือมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ได้ดี และการแก้ปัญหายังกระตือรือร้นสามารถทำให้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หรือมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กดีขึ้นด้วย"

ริชาร์ด เจ ชูคแมน (Suchman อ้างถึงใน Sax, 1969) ได้ให้ความเห็นว่า "ในการสอนมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ ครูควรสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหา (puzzling or ambiguous situation) ทำให้นักเรียนได้ฝึกการถามที่เข้าประเด็น คำถามเช่นนี้จะพัฒนาความคิด และสร้างความเข้าใจแก่นักเรียน"

จากที่กล่าวมาทั้งหมดสรุปได้ว่า การสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่ต้องการได้นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญ ได้แก่ ความพร้อมของนักเรียน วิธีการสอนของครู และการใช้สื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับบทเรียน

## มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

### ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

คำว่า "มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน" เป็นคำมาจากคำว่า "Misconceptions" ในภาษาอังกฤษ ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของคำนี้ไว้หลายท่าน ดังนี้

เฮลล์ เฮล์ม (Helm, 1980) ได้ให้ความเห็นว่า "มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความคิดความเข้าใจของนักเรียนซึ่งแตกต่างไปจากแนวคิดที่ได้รับการยอมรับในทางวิทยาศาสตร์"

โทวิน ดี บอบ (Bob, 1982) ได้กล่าวว่า "มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความคิด ความเข้าใจ หรือข้อสรุปที่ต่างไปจากความจริงซึ่งจะเป็นความคิดที่ฝังแน่นยากแก่การเปลี่ยนแปลง"

เอ เพาเวล (Powell, 1983) ได้กล่าวว่า "มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นความเข้าใจผิดที่มีพื้นฐานมาจากการให้ความหมายในสิ่งนั้นๆ ไม่ถูกต้อง"

โฮ เอ ฮอลล์ลอน และ ดี เฮสเทนส์ (Halloun and Hestenes, 1985) กล่าวว่า "มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ส่วนตัวของแต่ละคน ซึ่งไม่ตรงกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์"

เจ เอช วันเดอร์ซี (Wondersee, 1986) ได้ให้ความเห็นว่า "มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นความคิด ความเข้าใจที่เกิดจากการตีความหมายไปในทางที่ไม่ได้รับการยอมรับ ซึ่งบางครั้งการตีความนั้นไม่ถึงกับผิด"

เรย์มอน เอฟ เพทเทอร์สัน และดี เอฟ ทรีกัสต์ (Peterson and Treagust, 1989) กล่าวว่า "มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เป็นความคิด ความเข้าใจที่ต่างไปจากแนวคิดที่ได้รับการยอมรับทางวิทยาศาสตร์"

สุชาติ โสสมประยูร (2512) ได้กล่าวไว้ว่า "มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความเชื่อและความเข้าใจที่เกิดจากแนวความคิดซึ่งได้มาจากประสบการณ์ หรือความรู้ที่ไม่ถูกต้อง ไม่มีเหตุผลเพียงพอ และปราศจากพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์"

โสภาพรรณ แสงศัพท์ (2518) ได้กล่าวว่า "มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความเชื่อและความเข้าใจที่ได้มาจากแนวความคิด หรือความรู้ที่ไม่ถูกต้อง ความรู้ที่ไม่สมบูรณ์ คลุมเครือ"

บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ (2533) ให้ความเห็นเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยสรุป ได้ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นการสั่งสม หรือสรุปความคิดที่ผิดพลาดเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ เรื่องใหม่ ทำให้เกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์ใหม่ข้างลงไม่บังเกิดผล

จากการที่มีผู้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังกล่าวมาข้างต้น ทำให้พอสรุป ได้ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นความคิด ความเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์ หรือไม่ถูกต้อง หรือเป็น ความคิด ความเข้าใจที่ต่างไปจากแนวความคิด ความเข้าใจที่เป็นที่ยอมรับ

#### ลักษณะของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

เค เอ็ม ฟิชเชอร์ (Fisher, 1985) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมักมี ลักษณะดังนี้

1. เป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไปจากมโนทัศน์ของผู้เชี่ยวชาญในแขนงวิชานั้นๆ
2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเพียงเรื่องเดียวจะขยายออกไปได้เนื่องจากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นที่แตกต่างกันของบุคคล
3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะขยายออกไปจากเรื่องที่ง่ายไปสู่เรื่องที่ยาก และยากต่อการเปลี่ยนแปลงแก้ไข ถ้าหากยังคงใช้วิธีการสอนแบบดั้งเดิม
4. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในบางเรื่องเกี่ยวข้องกับความเชื่ออื่นๆซึ่งเกี่ยวโยงกันอย่าง มีระบบ และมีแนวโน้มที่จะถูกนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
5. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางเรื่องเป็นสิ่งที่ถ่ายทอดกันมาแต่อดีต จากผู้ที่เป็นผู้นำทางความรู้ในแขนงวิชานั้นๆแล้วถูกถ่ายทอดมาสู่นักเรียน

### สาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านได้ศึกษา และวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ ดังนี้

เอ แอล ไพน์ส และแอล เวสต์ (Pines and West, 1983)

ได้แบ่งมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งเกิดจากสถานการณ์การเรียนรู้ที่ต่างกัน 3 แบบ ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอันเกิดจากสภาพการณ์ แบ่งตามขั้นตอนของการเกิดมโนทัศน์ได้ 3 ระยะ คือ ระยะของการรับรู้ ระยะของการไม่สมดุล และระยะจัดระบบใหม่ ในระยะของการรับรู้ครูจะต้องจัดกิจกรรมต่างๆ เพื่อชักนำให้สิ่งที่มีอยู่ในตัวนักเรียนปรากฏออกมา ในระยะนี้นักเรียนจะทำความรู้ใหม่ในขอบเขตของตน และเมื่อไม่พบสิ่งที่เขาพอใจอาจก่อให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ เป็นหน้าที่ของครูจะต้องแก้ไขความผิดที่เกิดขึ้น

2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอันเกิดจากสถานการณ์ที่สอดคล้องกัน เช่น การขยายคำไปสู่ความหมายใหม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความหมายของคำ ซึ่งมีผลให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ เช่น ในเรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และอาหารของพืช นักเรียนมักจะนำคำว่าอาหารโดยทั่วไปเชื่อมโยงกับความหมายของคำว่าแหล่งอาหารของพืช ทำให้เกิดความสับสน และเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนว่า อาหารของพืชมาจากการที่พืชดูดอาหารจากดิน

3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอันเกิดจากสถานการณ์ที่ให้ความรู้โดยสัญลักษณ์ นักเรียนไม่สามารถนำความรู้จากสัญลักษณ์มาสัมพันธ์กับความรู้ที่เกิดขึ้นจริงได้ เช่น การใช้สัญลักษณ์ทางเคมี นักเรียนไม่สามารถมองเห็นภาพจริงของปฏิกิริยาเคมี

อาร์ ออสบอน และพี เฟรเบิร์ก (Osborne and Freyberg, 1985)

ทำการวิเคราะห์ และได้สรุปผลไว้สรุปได้ว่า มโนทัศน์ที่เกิดขึ้นจริงในตัวนักเรียนจะแตกต่างจากมโนทัศน์ที่ครูต้องการให้นักเรียนมี เป็นเหตุให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งมีสาเหตุที่ทำให้ นักเรียนเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อน ดังนี้

1. คำราเรียน
2. การแก้ปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์
3. การทำกิจกรรม
4. การสรุปความรู้ต่าง ๆ

ดับเบิลยู ดับเบิลยู ซิมสัน และอี เอ มาร์เร็ก (Simson and Marek, 1988) กล่าวถึงสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า "ประสบการณ์ในโรงเรียนไม่ใช่สาเหตุเดียวที่ทำให้เด็กเรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หรือเข้าใจผิด แต่อาจเกิดจากคำอธิบายของผู้ใหญ่ที่ขาดความเข้าใจมโนทัศน์นั้นดีพอ ทำให้เด็กเรียนเกิดความเข้าใจผิดโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์"

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (Suwimon Kiokaew, 1988) ได้กล่าวถึงสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนว่า น่าจะมีสาเหตุมาจาก 4 ประการ ดังนี้

1. คำরাเรียน คำราเรียนบางเล่มเสนอความหมายในบางเรื่องไม่ชัดเจน ทำให้เด็กเรียนบางส่วนคิด หรือตีความหมายขึ้นมาเองเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องนั้นๆ
2. การพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กเรียน ในการที่นักเรียนจะศึกษามโนทัศน์ในบางเรื่องให้เข้าใจทั้งหมดจะต้องอาศัยวุฒิภาวะ และการพัฒนาทางสติปัญญาในระดับหนึ่งซึ่งถ้าระดับวุฒิภาวะ และการพัฒนาทางสติปัญญายังไม่เพียงพอก็จะทำให้ไม่สามารถทำความเข้าใจในเรื่องนั้นๆได้ หรือเข้าใจได้เพียงบางส่วนแต่บางส่วนคลาดเคลื่อนไป
3. ภาษา นักเรียนมักจะนำภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวันมาปะปนกับศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ คำบางคำที่ใช้ในชีวิตประจำวันกับที่ใช้ในทางวิทยาศาสตร์ใช้คำเดียวกัน แต่ความหมายไม่เหมือนกัน นักเรียนมักนำคำที่ใช้ทางวิทยาศาสตร์ไปเทียบความหมายกับคำที่ใช้ในชีวิตประจำวันจึงเป็นเหตุให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เช่น ในวิชาเคมี ความหมายของคำว่า อิเล็กตรอนคู่ที่ใช้ร่วมกัน (share electron pair) หมายถึง อิเล็กตรอนคู่ที่เคลื่อนอยู่ระหว่างอะตอมสองอะตอมในโมเลกุล แต่โดยทั่วไปคำว่า "ร่วมกัน" (to share) หมายถึง การเป็นเจ้าของ หรือการใช้ หรือการอดทนต่อสิ่งหนึ่งร่วมกันซึ่งนักเรียนแยกความแตกต่างของความหมายไม่ได้
4. ครู ครูบางคนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องที่ตนเองสอนจึงทำให้เด็กเรียนได้รับการถ่ายทอดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องนั้นๆด้วย

สุวัฒน์ มุทฺธเมธา ( 2523 ) ได้กล่าวถึงสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสรุปได้ว่า การสร้างมโนทัศน์ของแต่ละบุคคลเป็นผลมาจากการที่บุคคลนั้นสามารถสรุปลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้นๆ โดยไม่รวมลักษณะปลีกย่อย หรือรายละเอียดต่างๆ ที่ไม่จำเป็นตลอดจนสามารถแยกลักษณะที่แตกต่างของสิ่งนั้นออกจากสิ่งอื่นได้ ดังนั้นการที่บุคคลไม่สามารถแยกลักษณะแตกต่างได้ทำให้การสร้างมโนทัศน์ไม่ถูกต้อง

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น คำরাเรียนบอกความหมายไม่ชัดเจน นักเรียนมีวุฒิภาวะและพัฒนาการทางสติปัญญาไม่เพียงพอที่จะทำความเข้าใจสิ่งต่างๆ นักเรียนให้ความหมายของคำที่ใช้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง และครูมีความรู้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และการที่บุคคลไม่สามารถแยกลักษณะแตกต่างของสิ่งนั้นกับสิ่งอื่นได้เป็นสาเหตุให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

อาเลน ดี วีเวอร์ (Weaver, 1965) ได้ทำการสำรวจความรู้ ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทางฟิสิกส์จากชุดแบบเรียนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา จำนวน 12 ชุด พบว่าทุกชุดมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทางด้านฟิสิกส์

เซเมอร์ กลาสแมน (Glassman, 1967) ได้ศึกษาค้นคว้าสิ่งเกี่ยวกับมโนทัศน์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสายวิทยาศาสตร์ โดยศึกษามโนทัศน์จำนวน 6 มโนทัศน์จากกลุ่มนักเรียนที่เรียนเคมี กลุ่มนักเรียนที่เรียนภูมิศาสตร์กายภาพ และกลุ่มนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไปในภาคเรียนแรก แบบทดสอบมโนทัศน์เป็นแบบอัตนัยจำนวน 7 คำถาม ผลการศึกษพบว่าความรู้ ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั่วไป

เบอร์ตัน อี วอส (Voss, 1967) ได้ศึกษามโนทัศน์เกี่ยวกับอวกาศของนักเรียนเกรด 9 โดยแบ่งการศึกษาเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ศึกษาความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับด้านอวกาศโดยใช้แบบทดสอบซึ่งเป็นแบบอัตนัยชนิดปลายเปิดจำนวน 7 ข้อ ส่วนที่ 2 ศึกษาการเสนอ

มโนทัศน์ที่ปรับปรุงใหม่ในด้านอวกาศโดยใช้แนวของข้อสอบประจำชั้น และผลการสำรวจในขั้นต้น มาเขียนเป็นรายการมโนทัศน์ให้ครูวิทยาศาสตร์ในระดับเกรด 10 จำนวน 14 คนตัดสินว่าเป็น มโนทัศน์ที่ง่าย ปานกลาง หรือยาก ผลจากการศึกษาพบว่า นักเรียนส่วนมากสามารถอ้างอิง ถึงศัพท์ต่างๆ ได้ แต่ไม่มีความเข้าใจในคำต่างๆ เหล่านั้น และครูวิทยาศาสตร์ระดับเกรด 10 เห็นว่านักเรียนสามารถเข้าใจมโนทัศน์เกี่ยวกับอวกาศที่ปรับปรุงใหม่ได้

ธีระชัย ปุณฺณโชติ (Puranajoti อ้างถึงใน โสภภาพรรณ แสงศัพท์, 2519) ได้ ทำการวิจัยเชิงสำรวจ เรื่องความรู้ ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เกรด 9 และนักเรียนฝึกหัดครูระดับประถมศึกษา ผลการวิจัยปรากฏว่าตัวอย่างประชากรทั้งสอง กลุ่มส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คำมีชดิมเลขคณิตของตัวอย่างประชากรทั้งสอง กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

มารีโอ ไอโอะนา (Iona, 1974) ได้เสนอความรู้ ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนใน วิชาวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากหนังสือแบบเรียนแต่ที่ประชุม NSTA ที่ชิคาโก และมีการอธิบายกัน ในที่ประชุมสรุปผลได้ว่า ครูส่วนใหญ่ไม่สามารถที่จะแก้ไขความรู้ ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนใน สาขาต่างๆได้ เนื่องจากครูโดยทั่วไปต้องสอนหลายวิชาจึงไม่สามารถที่จะให้ครูมีความเชี่ยวชาญ ทุกสาขาได้ จำเป็นจะต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาช่วยกันแก้ไขความรู้ ความเข้าใจที่ คลาดเคลื่อน

เจมี คาร์ราสโคซา อลิส (Alis, 1987) ได้ศึกษาวิธีแก้ไขวิธีสอนการศึกษา วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ผิดพลาดซึ่งการสอนวิชาฟิสิกส์ และเคมีนั้นกำลังพยายามหาวิธีสอน ที่เหมาะสม ซึ่งจะใช้แก้ปัญหาามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวจะต้อง เริ่มตอบคำถาม 2 ข้อ คือ

1. อะไรคือเหตุผลสำคัญที่ครูและนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์และเคมี
2. มีวิธีการใดที่มีประสิทธิภาพในการแยกแยะปัญหาามโนทัศน์ที่ผิดพลาดในวิชาฟิสิกส์และเคมี

การตอบคำถามข้อแรก เป็นข้อสมมติฐานที่ว่า การทำผิดพลาดบ่อยๆนั้นเกิดจากการสอนที่ไม่ สันใจมโนทัศน์เบื้องต้นของนักเรียน หรือเป็นการสอนแต่ผิวเผินเท่านั้น ในการตอบคำถามข้อที่ 2 เกี่ยวกับสมมติฐานอีกข้อหนึ่งว่า การแยกแยะมโนทัศน์ที่ผิดพลาดนั้นอาจกระทำได้โดยวิธีสอนเชิง

วิทยาศาสตร์ ซึ่งวางแผนการสอนในฐานะการสร้างความรู้ตามลักษณะของวิทยาศาสตร์ เมื่อได้  
 สมมติฐานทั้ง 2 ข้อนี้แล้วจึงทดสอบ ผลการวิจัยยืนยันสมมติฐานทั้งสองข้อ คือ มโนทัศน์ที่  
 คลาดเคลื่อนเกิดจากการสอนที่ไม่สนใจมโนทัศน์เบื้องต้นของนักเรียน และการสอนที่แยกแยะ  
 มโนทัศน์ที่ผิดพลาดทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้

#### งานวิจัยในประเทศ

โสภภาพรรณ แสงศัพท์ (2519) ได้ศึกษาความรู้ ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในวิชา  
 วิทยาศาสตร์ในแบบเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์  
 ความรู้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 12 เล่มซึ่งนิยมใช้เป็น  
 แบบเรียนในโรงเรียนต่างๆ และสำรวจความรู้ ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์  
 ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 2 และ 3 จำนวน 506 คน จาก 4 โรงเรียน ผลการวิจัย  
 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่เห็นด้วยว่ามโนทัศน์บางมโนทัศน์ที่นำมาจากแบบเรียนวิทยาศาสตร์  
 จำนวน 12 เล่มนั้น เป็นความรู้ ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และนักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้  
 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากแบบเรียนวิทยาศาสตร์

#### นิสิตปีที่ 4 ภาควิชาฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทร์วิโรฒสงขลา (2519) ได้สำรวจมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเข้าใจผิด  
 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย และระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียน  
 เขตภาคใต้จำนวน 10 จังหวัด ผลการสำรวจพบว่า

1. คำร้อยละของจำนวนมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนในระดับประถมศึกษา  
 ตอนปลายและระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเข้าใจผิดจัดตามหมวดวิชาเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ  
 หมวดวิชาฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา

2. มีมโนทัศน์บางข้อที่นักเรียนในระดับประถมศึกษาตอนปลายเข้าใจผิดมากกว่า  
 นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เช่น แมงมุมเป็นสัตว์พวกแมลง เมื่อใช้มือจับน้ำแข็งแล้วทำให้  
 เราารู้สึกเย็นเพราะความเย็นของน้ำแข็งไหลเข้าสู่มือเรา



โสภภาพรรณ แสงศัพท์, ลัดดาวรรณ เจริญศักดิ์ศิริ, และนภาพร บรรพพงศ์ (2525) ศึกษาโน้ตสัณที่ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโปรแกรม วิทยาศาสตร์และนักศึกษาวิทยาลัยครู เพื่อศึกษานอ้ตสัณที่ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีใน นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโปรแกรมวิทยาศาสตร์ และนักศึกษาวิทยาลัยครูวิชาเอกทาง วิทยาศาสตร์ว่า เมื่อได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นจะมีผลต่อมโน้ตสัณที่ที่คลาดเคลื่อน อย่างไร เครื่องมือในการวิจัยเป็นแบบสอบถามเพื่อสำรวจมโน้ตสัณที่ที่คลาดเคลื่อนในวิชา วิทยาศาสตร์แบบถูก - ผิดซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น ผลการวิจัยพบว่า

1. ในแต่ละกลุ่มของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และกลุ่มนักศึกษาวิทยาลัยครู เมื่อได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นทำให้มโน้ตสัณที่ที่คลาดเคลื่อนบางมโน้ตสัณลดลง
2. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 และนักศึกษาวิทยาลัยครูมีมโน้ตสัณที่ที่คลาดเคลื่อน ในวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ฐิติมา สุขภินนตรี (2531) ศึกษาโน้ตสัณที่ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษานอ้ตสัณที่ที่คลาดเคลื่อนใน วิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดสุราษฎร์ธานี และเปรียบเทียบมโน้ตสัณที่ ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง ตลอดจนเปรียบเทียบมโน้ตสัณที่ที่คลาดเคลื่อนของ นักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนที่มีขนาดต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ในจังหวัดสุราษฎร์ธานีจำนวน 318 คนจากโรงเรียน 11 โรงเรียน มโน้ตสัณที่ที่ศึกษาเป็นมโน้ตสัณที่จากบทเรียนวิชาชีววิทยาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 4 บทเรียน คือ การสร้างอาหารของพืช การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การสืบพันธุ์ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบที่นักเรียนเลือกจำนวน 35 ข้อ และอธิบายจำนวน 4 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนมีมโน้ตสัณที่ที่คลาดเคลื่อนในบทเรียนเรื่องการลำเลียงสารอาหารเข้า และ ออกจากเซลล์ การสืบพันธุ์ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมค่อนข้างสูง และนักเรียนมีมโน้ตสัณ ที่คลาดเคลื่อนในบทเรียนเรื่องการสร้างอาหารของพืชค่อนข้างต่ำ

2. นักเรียนชาย และนักเรียนหญิงมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.05 ยกเว้นมโนทัศน์เรื่องการแพร่ ผลผลิตที่ได้จากการสร้างอาหารของพืช พบว่านักเรียนชายมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากกว่านักเรียนหญิง

3. นักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดต่างกันมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยนักเรียนในโรงเรียนขนาดกลาง และขนาดใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากกว่านักเรียนโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ ยกเว้นมโนทัศน์เรื่องการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ การสืบพันธุ์ของสัตว์ ลักษณะทางพันธุกรรม ลักษณะเด่น ลักษณะด้อย การถ่ายทอดลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์ มัลติเปิลอัลลีล นอกจากนี้พบว่า นักเรียนในโรงเรียนที่มีขนาดต่างกันมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไม่แตกต่างกัน

สาขาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2532) ศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อน และความเข้าใจผิดในบทเรียนเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2530 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน จำนวน 1,297 คนจากโรงเรียนที่กระจายอยู่ตามภาคต่างๆ 29 โรงเรียน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและวิเคราะห์แนวคิดที่คลาดเคลื่อน และความเข้าใจผิดในบทเรียนเรื่องการสร้างอาหารของพืช และกลไกการสังเคราะห์ด้วยแสง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบให้นักเรียนตอบและแสดงผลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วนำคำตอบและเหตุผลนั้นมาจัดลำดับความคิดออกเป็น 4 กลุ่มดังนี้

1. แนวความคิดที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบของนักเรียนที่ถูกต้อง และให้เหตุผลถูกต้องครบองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวความคิด
2. แนวความคิดที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบของนักเรียนที่ถูกต้องและให้เหตุผลถูกต้อง แต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วนของแต่ละแนวความคิด
3. แนวความคิดที่คลาดเคลื่อน (misconception) หมายถึง คำตอบของนักเรียนที่ถูกต้อง แต่การให้เหตุผลมีบางส่วนถูกต้อง บางส่วนผิด
4. ความเข้าใจผิด (misunderstanding) หมายถึง คำตอบของนักเรียนที่ถูกต้องหรือผิดแต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง

## ผลการวิจัยพบว่า

1. เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ และการปล่อยก๊าซออกซิเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แบ่งออกเป็น 3 เรื่องย่อย คือ

1.1 การหายใจของพืช และสัตว์มีจำนวนร้อยละ 68.92 ที่มีแนวความคิดที่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 5.12 มีแนวความคิดที่ไม่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 25.21 มีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อน และร้อยละ 0.74 มีความเข้าใจผิด

1.2 การรับ และการปล่อยก๊าซของสัตว์และพืชในขณะที่มีแสง นักเรียนจำนวนร้อยละ 3.76 มีแนวความคิดที่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 91.18 มีแนวความคิดที่ไม่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 4.36 มีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อน และร้อยละ 0.68 มีความเข้าใจผิด

2. เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงในระดับโมเลกุลประกอบด้วย 7 เรื่องย่อย คือ

2.1 การอธิบายผลการทดลองที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงในภาวะที่ไม่ให้แสง มีจำนวนร้อยละ 4.78 ที่มีแนวความคิดที่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 64.02 มีแนวความคิดที่ไม่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 7.10 มีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อน และจำนวนร้อยละ 24.10 มีความเข้าใจผิด

2.2 การอธิบายการทดลองที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเมื่อให้แสง แต่ไม่ให้  $\text{NADP}^+$ , Pi และ ADP มีจำนวนร้อยละ 0.12 มีแนวความคิดที่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 45.73 มีแนวความคิดที่ไม่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 31.97 มีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อน และร้อยละ 22.16 มีความเข้าใจผิด

2.3 การอธิบายเหตุผลของการตรวจไม่พบน้ำตาล และ Pi ในชุดการทดลองแบ่งออกเป็น 2 เรื่องย่อย คือ

2.3.1 การอธิบายเหตุผลของการตรวจไม่พบน้ำตาลในชุดการทดลองมีจำนวนร้อยละ 62.59 มีแนวความคิดที่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 20.92 มีแนวความคิดที่ไม่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 2.04 มีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อน และร้อยละ 14.45 มีความเข้าใจผิด

2.3.2 การอธิบายเหตุผลของการตรวจไม่พบ Pi ในชุดการทดลอง มีจำนวนร้อยละ 0.37 มีแนวความคิดที่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 66.10 มีแนวความคิดที่ไม่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 1.46 มีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อน และร้อยละ 31.71 มีความเข้าใจผิด

2.4 การอธิบายการทดลองที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเมื่อไม่เติม ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นักเรียนจำนวนร้อยละ 37.11 มีแนวความคิดที่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 26.67 มีแนวความคิดที่ไม่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 4.25 มีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อนและร้อยละ 31.96 มีความเข้าใจผิด

2.5 การอธิบายเหตุการณ์การทดลองที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ถ้า ให้แสงในปฏิกิริยาที่ไม่ใช้แสง นักเรียนจำนวนร้อยละ 37.44 มีแนวความคิดที่สมบูรณ์ จำนวน ร้อยละ 11.51 มีแนวความคิดที่ไม่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 10.64 มีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อน และร้อยละ 40.37 มีความเข้าใจผิด

2.6 การอธิบายการเกิดก๊าซออกซิเจนในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ไม่มี นักเรียนที่มีแนวความคิดที่สมบูรณ์ นักเรียนจำนวนร้อยละ 66.77 มีแนวความคิดที่ไม่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 12.26 มีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อน และร้อยละ 20.96 มีความเข้าใจผิด

2.7 บทบาทของคลอโรฟิลล์และคลอโรพลาสต์ นักเรียนจำนวนร้อยละ 7.51 มีแนวความคิดที่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 18.00 มีแนวความคิดที่ไม่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 0.46 มีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อน และร้อยละ 74.02 มีความเข้าใจผิด

ฉันทนา เชาว์ปรีชา (2533) ได้ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์ ภายภาพชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษา มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์ภายภาพชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร ตัวอย่างประชากรเป็นครูวิทยาศาสตร์ภายภาพชีวภาพจำนวน 45 คน และ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดกรมสามัญศึกษา แผนการเรียนศิลป์จำนวน 800 คน เครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชา วิทยาศาสตร์ภายภาพชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และแบบทดสอบมโนทัศน์ที่คลาด เคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์ภายภาพชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นแบบทดสอบ ชนิดเลือกตอบที่มี 4 ตัวเลือก ผลการวิจัยสรุปได้ว่า

1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์ภายภาพชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลายที่ครูส่วนใหญ่เห็นด้วย มีจำนวน 30 ข้อความจาก 50 ข้อความ
2. นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์ภายภาพชีวภาพ จำนวน 23 ข้อความจาก 50 ข้อความ

วารสาร ธีรลวิ (2533) ได้ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2532 ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 349 คน มโนทัศน์ที่ศึกษาเป็นมโนทัศน์ในบทเรียนวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง ปริมาณสารสัมพันธ์ 1 ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 สมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ และโครงสร้างอะตอม โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 2 ฉบับ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบซึ่งมีจำนวนตัวเลือกขึ้นอยู่กับจำนวนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่คาดว่านักเรียนจะมีในหัวข้อนั้น ๆ ผลการศึกษาสรุปได้ว่า

1. นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีทั้งหมด 16 ข้อความ บทเรียนที่มีนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ บทเรียนเรื่องสมบัติของสาร ในหัวข้อเรื่องทฤษฎีจลน์ของก๊าซ บทเรียนที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนรองลงมา คือ บทเรียนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 ในหัวข้อเรื่องโมล

2. ข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่นักเรียนส่วนใหญ่เลือกตอบ คือ ข้อความในหัวข้อเรื่องโมลที่กล่าวว่า ก๊าซจำนวน 1 โมลมี  $6.02 \times 10^{23}$  อะตอม

กรรณิกา แจ่มมั่นไว (2535) ทำการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร โดยมีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2534 ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 330 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบทดสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 1 ฉบับ มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ เพื่อวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องการวัด และแปลความหมายข้อมูล แสงและการเห็น และปรากฏการณ์คลื่น ผลการวิจัยสรุปได้ว่านักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์จำนวน 5 มโนทัศน์ซึ่งอยู่ในหัวข้อเรื่องการกระจายของแสง ตา และการมองเห็น การผสมสี การซ้อนทับของคลื่น และการสะท้อนของคลื่น

จากรายงานการวิจัยที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่า นักเรียน และนักศึกษาเกิดมโนทัศน์  
ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งสาขาฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยาและวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ  
ซึ่งมีปัจจัยที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหลายประการ เช่น หนังสือเรียนมีมโนทัศน์ที่  
คลาดเคลื่อน วิธีการสอนที่ไม่สนใจมโนทัศน์เบื้องต้นของนักเรียน และผู้สอนไม่เชี่ยวชาญในสาขา  
วิชาที่สอน



ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย