

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัย ได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นพื้นฐานในการวิจัยซึ่งนำเสนอตามลำดับหัวข้อดังนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ทฤษฎี Constructivism

2.1.2 ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของ Ausubel

2.1.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของ Ausubel

2.2 มโนคติ

2.2.1 ความหมายของมโนคติทั่วไป

2.2.2 ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์

2.2.3 องค์ประกอบของมโนคติ

2.2.4 ประเภทของมโนคติ

2.2.4.1 ประเภทของมโนคติทั่วไป

2.2.4.2 ประเภทของมโนคติทางวิทยาศาสตร์

2.2.5 การสร้างมโนคติ

2.2.6 การสอนเพื่อให้เกิดมโนคติ

2.3 มโนคติที่คลาดเคลื่อน

2.3.1 ความหมายของมโนคติที่คลาดเคลื่อน

2.3.2 ลักษณะและสาเหตุของมโนคติที่คลาดเคลื่อน

2.4 พฤติกรรมการสอน

2.4.1 ความหมายของพฤติกรรมการสอน

2.4.2 ลักษณะของพฤติกรรมการสอน

2.4.3 การสังเกตพฤติกรรมการสอน

2.4.4 ประโยชน์ของการสังเกตพฤติกรรมการสอน

2.4.5 เครื่องมือที่ใช้ในการสังเกตและวิเคราะห์พฤติกรรมการสอน

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยในประเทศ

2.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอเสนอทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1.1 ทฤษฎี Constructivism

แนวคิดของกลุ่มนักจิตวิทยาการเรียนรู้ระหว่างกลุ่ม empiricist/positivist และ constructivist มีความคิดเห็นแตกต่างกันในแง่ที่ว่าความรู้คืออะไร และความรู้ดังกล่าวได้มาอย่างไร กลุ่ม empiricist/positivist เห็นว่า ความรู้เป็นสิ่งที่สามารถพิสูจน์ได้ โดยการสังเกต และใช้เหตุผล ความรู้ต่าง ๆ ถูกสะสมมาโดยวิธีอนุมาน ดังนั้นการรับรู้โน้มนำที่แตกต่างกันไปจากสิ่งที่กลุ่มนักวิทยาศาสตร์ยอมรับ จึงถูกเรียกว่า "การรับรู้โน้มนำที่ผิดพลาด" (misconception) สาเหตุที่เด็กเกิดมโนทัศน์ผิดพลาด คือ การสังเกตที่ผิดหรือการนำหลักการมาใช้ในทางที่ผิด ๆ แต่พอเริ่มศตวรรษที่ 20 นักจิตวิทยาการเรียนรู้กลุ่ม constructivist ได้เข้ามาแทนที่กลุ่ม empiricist/positivist โดยเชื่อว่าความรู้ไม่ได้มาจากการค้นพบสิ่งที่มีอยู่แล้ว แต่ความรู้เป็นสิ่งที่มนุษย์กำหนดขึ้น ดังนั้นการรับรู้ของมนุษย์จึงถูกกำหนดโดยความรู้เดิม ความเชื่อ ทฤษฎีและความคาดหวังของแต่ละบุคคล การทำความเข้าใจต่อเหตุการณ์หนึ่ง ๆ จึงไม่ได้ขึ้นอยู่กับสถานการณ์นั้นเพียงอย่างเดียว หากยังขึ้นอยู่กับ การแปลความหมายของสถานการณ์ของบุคคลนั้น ๆ ด้วย (วรรณเจริญ มั่งสิงห์, 2536)

จากแนวคิดของกลุ่มนักจิตวิทยาการเรียนรู้กลุ่ม constructivist มีทฤษฎีที่สอดคล้องกับแนวคิดดังกล่าว คือ ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของ Ausubel และ ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของ Ausubel (อ้างถึงใน Novak, 1985)

2.1.2 ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของ Ausubel

Ausubel กล่าวถึง โครงสร้างทางสติปัญญา (cognitive structure) ของแต่ละเรื่องและผู้เรียนสะสมไว้ในสมอง ในขณะที่ขณะหนึ่ง มีการจัดระบบความรู้ขึ้นใหม่เพียงใด มีความชัดเจนและมั่นคงเพียงใด หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่า โครงสร้างทางสติปัญญาเกี่ยวกับความรู้ประเภทใดบ้างที่เรามีสะสมอยู่ในสมอง ความรู้เหล่านั้นมากน้อยเพียงใดและมีการจัดระบบดี

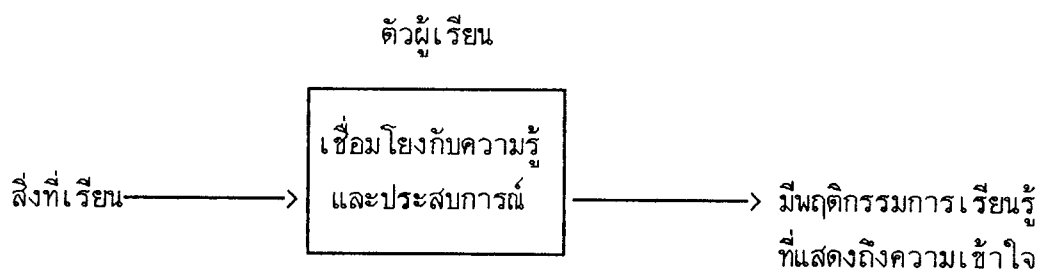
มากนักน้อยเพียงใด

โครงสร้างทางสติปัญญา เป็นองค์การที่มีลำดับชั้น ประกอบด้วยมโนคติที่ถูกจัดลำดับเป็นระบบ จากมโนคติที่มีความหมายกว้างที่สุด ไปยังมโนคติที่มีความหมายแคบลง โครงสร้างทางสติปัญญาของแต่ละคน จะจัดความรู้ในสาขาวิชาใดวิชาหนึ่งไว้ในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งจะเป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้และจดจำข้อมูลใหม่ ๆ ในสาขาวิชาเดียวกันจะทำหน้าที่บ่งชี้ความเที่ยงและความแจ่มชัดถึงสิ่งที่จะเรียน ซึ่งจะผ่านเข้ามาในขอบข่ายของความคิด (Cognitive field) กระบวนการนี้ถือเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ ถ้าโครงสร้างทางสติปัญญา จัดลำดับไว้เหมาะสม ชัดเจน และมีความคงทนแล้ว การเรียนรู้สิ่งใหม่ก็จะเกิดขึ้นได้ดีและจดจำได้แม่นยำ แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้าโครงสร้างทางสติปัญญา จัดลำดับสับสน ไม่ชัดเจน และไม่มั่นคง จะรับรู้และจำความรู้ใหม่ได้น้อย หรือไม่ยอมรับรู้เลย (กึ่งฟ้า สินธุวงศ์, 2535)

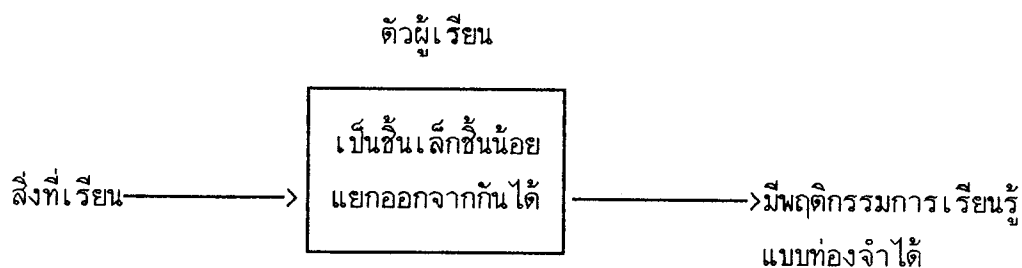
Ausubel ยืนยันว่า โครงสร้างทางสติปัญญาของแต่ละบุคคลที่มีอยู่นั้น เป็นปัจจัยอันดับแรกที่สำคัญที่สุด ที่มีต่อการรับความรู้ใหม่อย่างมีความหมาย ความรู้ใหม่จะมีความหมายมากนักน้อยเพียงใด และจดจำได้นานเพียงใดขึ้นอยู่กับโครงสร้างทางสติปัญญาเดิมที่มีอยู่แล้ว ถ้ามโนคติเดิมนั้นผิด ก็จะทำให้ความรู้ที่ได้รับใหม่ผิดหรือ คลาดเคลื่อนไปด้วย แต่ถ้ามีมโนคติเดิมที่ถูกต้อง การรับมโนคติใหม่ก็จะง่ายขึ้น ดังนั้น ก่อนที่ผู้สอนจะให้ความรู้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้สอนต้องเพิ่มหรือเสริมความ ชัดเจนมั่นคงของความรู้ (ที่เกี่ยวกับความรู้ใหม่ที่จะสอน) ของผู้เรียนก่อน การเพิ่มความแข็งแกร่งของโครงสร้างทางสติปัญญาแก่ผู้เรียน จะช่วยเอื้อต่อการรับรู้ความรู้ และความคงทนของความรู้ใหม่ (กึ่งฟ้า สินธุวงศ์, 2535)

2.1.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของ Ausubel

Ausubel (1969) ได้เสนอทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยได้ให้ความหมายของ "การเรียนรู้ที่มีความหมาย" ว่า เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถเลือกเชื่อมโยงสิ่งที่จะเรียนรู้ใหม่ให้เข้ากับมโนคติ หรือความรู้ที่ผู้เรียนมีอยู่แล้วในโครงสร้างทางสติปัญญา (Cognitive Structure) ได้อย่างเข้าใจ และเกิดความคงทนในการเรียนรู้ ซึ่งแตกต่างจากการเรียนรู้แบบท่องจำ ที่ผู้เรียนไม่สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ใหม่เข้ากับสิ่งที่เรียนรู้มาก่อนในโครงสร้างทางสติปัญญา ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ปราศจากเหตุผล ดังนั้นผู้เรียนจึงไม่สามารถเรียนรู้ได้อย่างเข้าใจ ซึ่งกึ่งฟ้า สินธุวงศ์ (2525) ได้ชี้ให้เห็นความแตกต่างระหว่างการเรียนรู้ที่มีความหมายตามแนวคิดของออสซูเบลกับการเรียนรู้แบบท่องจำดังภาพต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 1 การเรียนรู้ที่มีความหมาย



แผนภูมิที่ 2 การเรียนรู้แบบท่องจำ

ในการที่จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายนั้น ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของ Ausubel (อ้างถึงใน Joyce และ Well, 1980) เกี่ยวกับองค์ประกอบ 3 ประการที่ต้องพิจารณาคือ

- 1) การจัดระบบความรู้ (เนื้อหาในหลักสูตร)
- 2) วิธีการรับรู้ข้อมูล (วิธีการเรียนรู้)
- 3) วิธีการนำเอาความรู้ในหลักสูตร และวิธีการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้เมื่อต้องการเสนอสิ่งใหม่ให้แก่ผู้เรียน (การเรียนการสอน)

การเรียนรู้เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายนั้น Ausubel (อ้างถึงใน กิ่งฟ้า สันธวงษ์ และละออ แสนศักดิ์, 2524) ได้กล่าวว่าวิชาหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยมโนคติที่สามารถนำมาจัดให้ต่อเนื่องกันได้ โดยมีมโนคติที่อยู่บนยอดของฐานจะครอบคลุมและรวมไว้ซึ่งความเข้าใจของมโนคติที่อยู่รองลงไป ดังนั้นผู้สอนควรจะเริ่มสอนด้วยมโนคติที่ครอบคลุม ซึ่งเป็นมโนคติที่มีในลักษณะนามธรรมแล้วค่อย ๆ เจาะลึกลงไปถึงมโนติ่อย ๆ ที่เกี่ยวข้อง และยังได้เห็นว่า ในการนำเสนอบทเรียนนั้น ผู้สอนควรอย่างยิ่งที่จะจัดประสบการณ์กิจกรรมการเรียนการสอน ในแต่ละวิชาในลักษณะเป็นมโนติ่ชัดคิด และข้อมูลต้องมีลักษณะ ดังนี้คือ

- ก. มีความสัมพันธ์กับโครงสร้างของการรับรู้เข้าใจของนักเรียน
- ข. ปลุกฝังให้ผู้เรียนได้รับรู้เข้าใจและคงไว้ซึ่งความรู้ในเรื่องที่สอน

วิธีที่จะเสนอให้ผู้เรียนได้รับความรู้เข้าใจตามหลักการ 2 ข้อข้างต้นนี้ได้แก่

- 1) แสดงให้เห็นความแตกต่างของรายละเอียดในเรื่องเพิ่มขึ้นเป็นลำดับขั้น
- 2) พยายามให้ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเอง เพื่อคงไว้ซึ่งความรู้ที่จะนำไปประยุกต์ใช้

นอกจากนี้ Ausubel (อ้างถึงในกิ่งฟ้า ลิขิตวณิช, 2535) ยังชี้ให้เห็นว่าวิธีสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายขึ้นอยู่กับเงื่อนไข 3 ประการ คือ

- 1) ความรู้ใหม่ต้องมีความหมายเชิงเหตุผลต่อเนื่องกับความรู้เดิมของผู้เรียน
- 2) โครงสร้างของความรู้เดิมต้องสัมพันธ์กับความรู้ใหม่
- 3) ผู้เรียนต้องเข้าใจ และมีเจตนาแน่วแน่ที่จะเรียนรู้ที่มีความหมายมิฉะนั้นแล้วการมีเงื่อนไข 2 ข้อแรก ก็จะทำให้เกิดการเรียนรู้แบบท่องจำ

และยังได้กล่าวไว้อีกว่า โครงสร้างทางสติปัญญา (cognitive structure) ของบุคคลเป็นองค์ประกอบที่มีผลต่อการเรียนรู้สิ่งใหม่ เพราะว่าการรับความรู้ใหม่ที่มีความหมายจะเกิดขึ้นได้ต้องมีการรับรู้และเก็บความรู้นั้นดังคำกล่าวของจำนงที่ว่า "บุคคลจะเกิดมโนคติในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ก็ต่อเมื่อบุคคลนั้นต้องเคยมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ความจริง (fact) หลักการ (principles) และการลงข้อสรุป (generalization) ของเรื่องนั้น ๆ มาก่อน และอีกอย่างหนึ่งคือ บุคคลนั้นจะต้องสามารถเจาะลึก (recognize) ได้ว่าสิ่งนั้น ๆ มีลักษณะเฉพาะอะไรบ้าง โดยการแยกแยะลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้นออกจากสิ่งอื่นได้อย่างชัดเจน ซึ่งคุณลักษณะนี้จะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยคุณสมบัติในด้านการใช้ความสังเกต"

นอกจากนี้ ยังมีนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงการเรียนรู้ที่มีความหมายตามแนวคิดของ Ausubel เช่น Novak (1985) กล่าวว่า การเรียนรู้ที่มีความหมายนั้น ผู้เรียนต้องสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่ในโครงสร้างทางสติปัญญา หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่า ความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนได้รับนั้นต้องมีเหตุผลและความสัมพันธ์กับความรู้เดิมของนักเรียน ซึ่งแตกต่างจากการเรียนรู้แบบท่องจำ ที่ผู้เรียนรับความรู้ใหม่ที่ปราศจากเหตุผล

Novak & Govin (1985) กล่าวว่า การเรียนรู้ที่มีความหมายเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนสามารถที่จะเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับมโนคติ หรือข้อความที่มีอยู่แล้วอย่างสัมพันธ์กัน ในขณะที่การเรียนรู้แบบท่องจำ ผู้เรียนจะใช้วิธีการจดจำทุก ๆ สิ่งที่ย่อย อย่างปราศจากเหตุผล โดยไม่มีการผสมผสานกับโครงสร้างทางสติปัญญาที่มีอยู่เดิม

นิภา คำเนตร (2533) กล่าวว่า การเรียนรู้ที่มีความหมาย เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างเข้าใจ จากการเลือกเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับมโนคติ หรือข้อความเดิมที่มีอยู่แล้วในโครงสร้างทางสติปัญญาได้อย่างมีเหตุผล และสอดคล้องสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง

Novak (1980) ได้กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ที่มีความหมายจะเกิดขึ้นได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับ

- 1) ลักษณะของการจัดเนื้อหา
- 2) ระดับความสามารถในการเชื่อมโยงมโนคติของผู้เรียนในแต่ละคน
- 3) ความพยายามในการเชื่อมโยงเนื้อหาใหม่เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว จนสามารถจัดระบบความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นได้อย่างมีระบบแบบแผนในโครงสร้างทางสติปัญญา ทำให้มีความคงทนในการเรียนรู้

2.2 มโนคติ

2.2.1 ความหมายของมโนคติทั่วไป

คำว่า "มโนคติ" มาจากคำภาษาอังกฤษว่า "Concept" ได้มีผู้ใช้คำอื่น ๆ เป็นภาษาไทย หลายคำ เช่น ความคิดรวบยอด สังกัป มโนทัศน์ แนวความคิด ในการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า "มโนคติ" ส่วนความหมายนั้นได้มีผู้ให้ความหมายไว้มากมาย ดังต่อไปนี้

Dececco (1968) ให้ความหมายคำว่ามโนคติว่า มโนคติหมายถึง กลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะสามัญร่วมกัน สิ่งเร้าเหล่านี้อาจเป็นวัตถุ เหตุการณ์ หรือบุคคลเราจะเรียกสิ่งเร้านี้โดยชื่อ เช่น หนังสือ สงคราม สาวสวย ซึ่งสิ่งเร้านี้จัดเป็นกลุ่มของสิ่งเร้าสิ่งเร้าบางอย่างไม่เป็นมโนคติเช่น หนังสือสงครามและสันติภาพ

Good (1973) ให้ความหมายของมโนคติไว้ 3 ประการ คือ

1. ความคิด หรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบ หรือลักษณะร่วมที่สามารถแยกออกเป็นกลุ่มเป็นพวกได้
2. สัญลักษณ์เชิงความคิดทั่วไป หรือเชิงนามธรรม เกี่ยวกับสถานการณ์ กิจกรรม หรือวัตถุ
3. ความคิดเห็น ความคิด ความเห็น หรือภาพความคิด

Bank (1973) ได้ให้ความหมายของมโนคติว่า มโนคติหมายถึง คำหรือวลีที่เป็นนามธรรม ซึ่งใช้ประโยชน์สำหรับจำแนก หรือจัดหมวดหมู่ของสิ่งของความคิดหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ

สวัณค์ นิยมคำ (2517) ได้ให้คำจำกัดความของมโนคติไว้ว่า "มโนคติของสิ่งใดก็คือ Mainidea ที่เรามีสู่สิ่งนั้น เป็นความคิดโดยสรุปต่อสิ่งนั้นเป็นจินตภาพที่เกิดขึ้นในใจของเราต่อสิ่งนั้นเป็นจุดสำคัญของสิ่งนั้น เป็นคุณสมบัติหรือลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้น"

คณะอนุกรรมการการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525) ให้ความหมายไว้ว่า มโนคติ หมายถึง ความเข้าใจ ที่สรุปเกี่ยวกับ

สิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อันเกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นหลาย ๆ แบบแล้วใช้ลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น นำมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุป หรือจำกัดความของสิ่งนั้น

บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ (2523) กล่าวว่า มโนคติ คือการสรุปความคิดของคน เป็นผลจากการเรียนรู้ของคน ที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องราวที่เกิดขึ้นกับคนในธรรมชาติและสังคม เป็นความคิดหลายขั้นตอนหลายระดับ นับตั้งแต่เรื่องง่าย ๆ ไปสู่ความคิดที่ยุ่งยากซับซ้อน มีลักษณะเป็นนามธรรมที่คนรับรู้จากประสาทสัมผัส กลายเป็นประสบการณ์ที่คนแปลความหมายแทนไว้อีกต่อหนึ่ง การสรุปความคิดนี้อาจหมายถึงความสามารถในการจำกัดความอธิบายลักษณะ บอกความแตกต่างจัดหมวดหมู่ หรือแยกประเภท หรือลักษณะทั่วไป

จินทนา เชาวปรีชา (2532), กรรณิกา แจ่มพินัย (2534) และนภาพร แถวโนงิ้ว (2537) ให้ความเห็นคล้ายคลึงกันว่า มโนคติหมายถึง ความคิด ความเข้าใจของบุคคลที่สรุปรวมเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยอาศัยการสังเกตหรือประสบการณ์เดิม แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป เพื่ออธิบายคุณลักษณะของเรื่องนั้นหรือให้คำจำกัดความของสิ่งนั้น

จากความหมายของมโนคติที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ สรุปความหมายของมโนคติ ได้ว่ามโนคติหมายถึง ความคิด ความเข้าใจ ที่เป็นข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือ เรื่องใดเรื่องหนึ่ง ของบุคคล อันเกิดจากการสังเกตหรือประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องนั้นหรือสิ่งนั้น แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป เพื่อให้คำจำกัดความของเรื่องนั้นหรือสิ่งนั้น การสรุปความคิดนี้ อาจรวมถึงความสามารถในการให้คำจำกัดความอธิบายลักษณะ บอกความแตกต่างจัดหมวดหมู่ หรือแยกประเภทหรือลักษณะทั่วไป

2.2.2 ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์

Klopfer (1971) กล่าวว่า มโนคติทางวิทยาศาสตร์หมายถึง "สิ่งที่เป็นนามธรรมอันเป็นผลที่ได้จากการศึกษาปรากฏการณ์หรือความสัมพันธ์ต่าง ๆ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้พบว่ามโนคตินั้นมีประโยชน์ในการศึกษาโลกธรรมชาติ"

มังกร ทองสุตติ (2523) ได้ให้ความหมายของ มโนคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า "มโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ระบบสังเคราะห์หรือความสัมพันธ์ตามเหตุผล หรือความคิดสำคัญ ซึ่งรวบรวมข้อเท็จจริงและหลักเกณฑ์ของแต่ละบุคคลว่าเข้าใจความสัมพันธ์ในวัตถุหรือสัญลักษณ์ หรือสถานการณ์มากน้อยเพียงใด มโนคติจึงเป็นสิ่งที่ต้องปรับปรุงแต่งขึ้นมา โดยอาศัยเหตุผลและทำให้ได้ข้อเท็จจริง มีความหมาย ที่จะช่วยให้เกิดประโยชน์ในการคิดขั้นต่อไป"

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2525) ได้ให้ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ว่า "มโนคติทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดหลักที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งช่วยให้มีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยที่ความเข้าใจดังกล่าวจะแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ของบุคคล"

คณะอนุกรรมการการพัฒนากการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525) ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ พอสรุปได้ดังนี้

มโนคติทางวิทยาศาสตร์มีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม มีความเชื่อมโยงต่อเนื่องกันไปอย่างลึกซึ้งตลอดเวลา มโนคติหนึ่งอาจเกิดจากการนำเอามโนคติหลาย มโนคติมาสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล นอกจากนั้นมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ยังเป็นมโนคติที่เกิดจากข้อเท็จจริงที่แน่นหนาในเชิงปริมาณ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำที่สุด ดังนั้น ข้อมูลต่าง ๆ จึงเน้นที่การทดลอง ซึ่งมีการใช้อุปกรณ์ มีการปรับปรุงอุปกรณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ตีเพิ่มขึ้นมาเรื่อย ๆ นอกจากนั้นมโนคติทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจบทเรียน และความรู้ระดับสูงได้แจ่มชัด

สวัณท์ นิยมคำ (2531) ให้ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า "เป็นรูปแบบของความรู้ซึ่งเกิดจากการจัดกลุ่ม หรือจัดประเภทของสิ่งของที่ได้รับการสังเกตหลาย ๆ สิ่งเข้าด้วยกัน"

ฉันทนา เชาวปรีชา (2532) กรรณิกา แจ่มพินัย (2534) กล่าวว่า มโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจโดยสรุปรวม ซึ่งรวมข้อเท็จจริงและหลักการข้อสรุป ที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผลเกี่ยวกับสัญลักษณ์ วัตถุ หรือสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์

นภาพร แถวโนนัง (2537) กล่าวว่า มโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เรื่องใดเรื่องหนึ่งในวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ได้ศึกษาข้อเท็จจริงที่แน่นหนาเชิงปริมาณ และข้อมูลที่ได้นั้น มาจากการทดลอง แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้น แล้วนำมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น

จากความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า มโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจ เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งในวิชาวิทยาศาสตร์ ที่เป็นข้อสรุปอย่างมีหลักการ เป็นขั้นเป็นตอน ซึ่งอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาช่วยในการสรุปลงความคิดเห็น ต่อสิ่งนั้น ๆ

2.2.3 องค์ประกอบของมโนคติ

Bruner (อ้างถึงใน กิ่งฟ้า สินธุวงศ์, 2535) กล่าวว่า มโนคติประกอบด้วย

5 องค์ประกอบ คือ

1) ชื่อ (Name) เป็นคำหรือข้อความที่ใช้เรียกกลุ่ม หรือหมวดหมู่ของประสบการณ์โดยใช้ลักษณะเฉพาะร่วมเป็นเกณฑ์ในการจำแนก ตัวอย่างชื่อ มโนคติได้แก่ ผลไม้ รัฐบาล ที่อยู่อาศัย เป็นต้น จะเห็นว่าสิ่งที่จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันก็อาจต่างกันในระยะละเอียดปลีกย่อย เช่น ผลไม้มีหลายชนิด บ่อยครั้งที่ผู้เรียนเข้าใจมโนคติโดยไม่รู้ชื่อ มโนคตินั้น เช่น เด็กเล็ก ๆ มักจัดรูปผลไม้ต่าง ๆ อยู่ในประเภทเดียวกันโดยมีเหตุผลว่า สิ่งเหล่านี้สามารถรับประทานได้ จึงใช้ลักษณะเฉพาะดังกล่าวอธิบายมโนคติ แทนที่จะระบุชื่อมโนคติ อย่างไรก็ตาม ถ้าผู้เรียนได้เรียนรู้มโนคติแล้วก็ไม่ยากที่เขาจะเรียนรู้ชื่อของมโนคตินั้นๆ

2) ตัวอย่างของมโนคติ (Examples) หมายถึง ตัวอย่างของมโนคติส่วนหนึ่งของการรู้มโนคติ (Knowing Concept) คือ การระบุตัวอย่างของมโนคติได้ถูกต้อง และยกสิ่งใกล้เคียงแต่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนคติได้

3) คุณลักษณะเฉพาะ (Attributes) หมายถึง คุณลักษณะเฉพาะที่สำคัญที่เราใช้เป็นลักษณะร่วมหรือเป็นเกณฑ์ในการจัดสิ่งต่าง ๆ (ตัวอย่าง) ให้เป็นหมวดหมู่เดียวกัน แต่ต้องระวังอย่าใช้ลักษณะที่ไม่สำคัญเป็นเกณฑ์ ในการพิจารณาตัวอย่าง เช่น เรามักเห็นป้ายบอกราคาติดอยู่ที่ผลไม้แต่ละชนิด แต่เราทราบว่าป้ายราคานั้น ไม่ใช่ลักษณะเฉพาะที่สำคัญที่ทำให้เราแยกผลไม้อกจากอาหารหรือสินค้าอื่น ๆ ได้ เราจึงเขียนป้ายติดราคาผลไม้ว่าเป็นลักษณะที่ไม่สำคัญของผลไม้ที่เราพบในตลาด มโนคติส่วนมากมีลักษณะบางอย่างที่มักเกี่ยวข้องกับแต่ไม่ใช่เป็นลักษณะเฉพาะที่สำคัญ เช่น ถูกเท้าแทนนิสของสตรีมักมีลายดอกไม้ แต่ลายดอกไม้ไม่ใช่ลักษณะเฉพาะที่ไม่สำคัญได้ถูกต้อง คนจะเรียนรู้ Concepts ได้ในระดับใด ขึ้นอยู่กับการพัฒนาการทางสติปัญญาของปัจเจก

4) คุณค่าของลักษณะเฉพาะ (Attribute Values) ในการจำแนกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้ลักษณะเฉพาะนั้น เราพบว่าลักษณะเฉพาะอย่าง มีคุณค่าหลายระดับ ฉะนั้น เราจึงต้องพิจารณาระดับของคุณค่าของลักษณะเฉพาะในการจัดหมวดหมู่ด้วยตัวอย่างเช่น เราจัดคลอรีนเป็นพวกสารพิษ แต่เราใช้คลอรีนในน้ำประปา ในระดับหรือปริมาณที่ช่วยฆ่าเชื้อแบคทีเรีย แต่ไม่เป็นอันตรายจากมนุษย์ ดังนั้น น้ำประปาจึงไม่ใช่ตัวอย่างของน้ำที่เป็นพิษ ทั้งนี้เพราะไม่มีสารพิษมากพอที่จะเป็นอันตรายต่อเรา แต่ถ้าเราเติมคลอรีนมากจนมีอันตรายต่อมนุษย์ ก็จัดเป็นตัวอย่างของน้ำที่เป็นสารพิษได้ หรือมโนคติเกี่ยวกับ ความสูง ความเตี้ย ความเย็น ความร้อน ความเป็นมิตร ความเป็นศัตรู ล้วนเป็นมโนคติที่ใช้ระดับของลักษณะ เป็นเกณฑ์ในการจำแนก Bruner เรียกระดับ (Degree) ความมากน้อยของลักษณะเฉพาะของมโนคติว่า คุณค่าลักษณะเฉพาะ (Attribute Values)

5) กฎเกณฑ์ หรือคำจำกัดความ (Rule) คือการให้คำนิยาม หรือข้อความที่รูปลักษณะ

ที่สำคัญ หรือจำเป็นของมโนคติ เช่น นิยามของรูปสามเหลี่ยม คือ รูปที่มีด้าน 3 ด้าน นิยามของการปรุงอาหาร คือการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบโดยใช้ความร้อนหรือความเย็น เป็นต้น การให้นิยามของมโนคติดังนี้จะปรากฏในขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการการเกิดมโนคติ ซึ่งผู้สอนใช้เป็นเครื่องมือให้ผู้เรียนสรุปลักษณะเฉพาะที่สำคัญของมโนคติที่เรียน ได้ค้นพบการให้คำนิยามของมโนคติได้ถูกต้องจะสะท้อนให้เห็นว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจองค์ประกอบอื่น ๆ ของมโนคติได้เป็นอย่างดี จึงกล่าวได้ว่า การที่ผู้เรียนเกิดมโนคตินั้นหมายความว่า ผู้เรียนสามารถระบุองค์ประกอบทั้งหมดของมโนคติได้

2.2.4 ประเภทของมโนคติ

ประเภทของมโนคติ สามารถจำแนกได้หลายลักษณะ ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาก็อาจใช้เกณฑ์การจำแนกมโนคติต่างๆ กัน ดังนี้คือ

2.2.4.1 ประเภทของมโนคติทั่วไป

De Cecco (อ้างถึงใน สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531) ได้จำแนกมโนคติออกเป็น 3 ประเภท สรุปได้ดังนี้

1) มโนคติที่มีลักษณะร่วมกัน (Conjunctive Concept) หมายถึง มโนคติที่เกิดจากลักษณะร่วมกันหลายอย่าง เช่น สุนัข จะมีลักษณะของสี ขนาด รูปร่าง ผิวและพฤติกรรมต่างจากสัตว์ประเภทอื่น ดังนั้นไม่ว่า สุนัขพันธุ์เกรตเดน สุนัขตาลอ่อน หรือสุนัขพันธุ์บูลด็อก ตัวเล็ก ๆ สีขาว เรายังสามารถบอกได้ว่าเป็นสุนัข มโนคติประเภทนี้ เป็นมโนคติพื้นฐานที่ใช้กันอยู่ในชีวิตประจำวัน และเป็นมโนคติที่สอนให้เกิดการเรียนรู้ง่ายที่สุด

2) มโนคติแยกลักษณะ (Disjunctive Concept) หมายถึง มโนคติที่มีลักษณะเฉพาะของลักษณะทั่วไปอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่างปรากฏอยู่ เช่น มโนคติของรูปสองรูป และวงกลมสองวง จะมีลักษณะทั่วไปคือ รูปร่าง และจำนวน และมีลักษณะในเรื่องจำนวนสองจำนวนปรากฏอยู่เหมือนกัน แต่มีลักษณะเฉพาะเจาะจงของรูปร่างแตกต่างกัน

3) มโนคติที่มีลักษณะสัมพันธ์กัน (Relational Concept) หมายถึง มโนคติที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทั่วไป ของมโนคติหรือของเหตุการณ์ สภาวะหรือสิ่งเร้า ตั้งแต่สองอย่างขึ้นไป เช่น มโนคติของระยะทางเกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างจุดสองจุด ซึ่งหมายถึงการแยกออกจากกันของจุดสองจุด หรือความสัมพันธ์ระหว่างภาษีเงินได้กับระดับประเทศ

Gagne' (อ้างถึงใน สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531) ได้จำแนกมโนคติออกเป็น 2 ประเภท คือ

- 1) มโนคติที่เป็นชื่อเรียก (Concrete Concept) หรือเรียกอีกอย่างว่า "มโนคติชื่อเรียก" หมายถึง ประเภทของวัตถุ ประเภทของเหตุการณ์ และประเภทของคุณลักษณะของวัตถุ ตัวอย่างมโนคติที่เป็นวัตถุเช่น โต๊ะ ต้นไม้ หมา แมว ไวร้ส แผลง มโนคติที่เป็นประเภทของเหตุการณ์ เช่น สุริยุปราคา จันทรุปราคา การสังเคราะห์แสง แผ่นดินไหว มโนคติที่เป็นประเภทของคุณลักษณะของวัตถุ เช่น สี (แดง เหลือง ขาว ดำ) กลม เกือบกลม แผลม คม
- 2) มโนคติที่เป็นคำจำกัดความ (Defined Concept) หรือเรียกอีกอย่างว่า "มโนคติเชิงนิยาม" หมายถึงการให้คำนิยาม หรือคำจำกัดความของมโนคติชื่อเรียกแต่ละประเภท เช่น พืชใบเลี้ยงเดี่ยว (มโนคติชื่อเรียก) จะมีมโนคติเชิงนิยามว่า เป็นพืชที่เวลางอกจะมีใบเลี้ยงออกมาเพียงใบเดียว ใบแต่ละใบจะมีเส้นขนานกัน

2.2.4.2 ประเภทของมโนคติทางวิทยาศาสตร์

Sund and Trowbridge (1973) ได้แบ่งมโนคติทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

- 1) มโนคติเชิงรูปธรรม (Concrete Concept) เป็นมโนคติที่พัฒนามาจากการรับรู้จากวัตถุที่เป็นรูปธรรม ไปสู่ความเป็นนามธรรม เช่น มโนคติเกี่ยวกับแม่เหล็ก เลนส์ โลหะ หิน เป็นต้น
- 2) มโนคติเชิงกระบวนการเคลื่อนที่ (Dynamic Process Concept) เป็นมโนคติที่พัฒนามาจากกระบวนการที่มีการเคลื่อนที่ต่าง ๆ เช่น การออสโมซิส ความเร่ง การสังเคราะห์แสง เป็นต้น

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2525) ได้แบ่งมโนคติทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท คือ

- 1) มโนคติเกี่ยวกับการแบ่งประเภท มโนคติประเภทนี้ เป็นการกำหนด สมบัติร่วมของสิ่งต่าง ๆ ไว้เป็นพวก ๆ เพื่อใช้ในการบรรยายสิ่งนั้น ๆ ให้เข้าใจตรงกัน เช่น น้ำทะเลเป็นน้ำกระด้าง สลาร์ คือ สิ่งที่มีมวลต้องการที่อยู่
- 2) มโนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ มโนคติประเภทนี้ เป็นการกำหนดความสัมพันธ์ ของมโนติย่อยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งช่วยให้สามารถพยากรณ์ หรือคาดคะเนล่วงหน้าในเหตุการณ์นั้น เช่น แรง คืออำนาจที่ผลักหรือดึงวัตถุให้เกิดการเคลื่อนที่ สลาร์อาจเปลี่ยนสถานะได้โดยการเพิ่มหรือลดพลังงาน

- 3) มโนคติทางทฤษฎี เป็นมโนคติที่กำหนดสิ่งที่มองไม่เห็น แต่รู้ว่าสิ่งนั้นมีอยู่จริง เพราะ

มีหลักฐานสนับสนุนว่าเป็นจริง มโนคติประเภทนี้ นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้น โดยอาศัยจินตนาการ หรือนึกวาดภาพขึ้นในสมองเพื่อกำหนดลักษณะของสิ่งนั้น เช่น แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อะตอม คืออนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุ ซึ่ง ประกอบด้วย โปรตอน นิวตรอนและอิเล็กตรอน

ครุฑิต ตัญตรัยรัตน์ (2535) ได้แบ่งมโนคติทางวิทยาศาสตร์ออกได้ 2 ประเภท คือ

1) มโนคติที่เป็นกระบวนการ (Process Concept) เป็นมโนคติที่เกี่ยวกับเทคนิค วิธีการได้มาจากการรวบรวม ทำเป็นสูตรและประเมินผลโดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2) มโนคติที่เป็นข้อความรู้ (Product Concept) คือการสะสมความรู้ทำให้เกิดความคิดที่ผิดไปจากธรรมชาติ แบ่งได้ 3 กลุ่มย่อยดังนี้

2.1 มโนคติที่ได้จากการจัดประเภท (Classification Concept) เกิดจากการพยายามอธิบายความรู้ในกลุ่มใหญ่ กลุ่มเล็ก ๆ ส่วนมากเป็นมโนคติทางชีววิทยา เช่น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม แมลง สิ่งมีชีวิต สัตว์ น้ช เป็นต้น

2.2 มโนคติที่ได้จากความสัมพันธ์ (Relation Concept) เป็นการอธิบายว่าทำไมวัตถุจึงเกิดขึ้น และมีความสัมพันธ์กันอย่างไรได้จากการสังเกตโดยตรง มีการโยงความคิดในเชิงเหตุผล ได้แก่ วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก เช่น แรง การระเหย การกลั่น ความเร่ง ส่วนมากเป็นเนื้อหาทางฟิสิกส์

2.3 มโนคติที่ได้จากทฤษฎี (Theoretical Concept) เป็นมโนคติที่เกี่ยวข้องกับการอธิบายถึงเหตุและผล ว่าทำไมวัตถุหรือเหตุการณ์จึงเกิดขึ้น มโนคติประเภทนี้มีคือนามธรรมสูง นักเรียนเข้าใจยาก เช่น ทฤษฎีอะตอม อิเล็กตรอน วัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

จากประเภทของมโนคติ โดยทั่วไป และประเภทของมโนคติทางวิทยาศาสตร์จะพบว่า มโนคติบางชนิดมีลักษณะที่ซับซ้อน หรือมีลักษณะเฉพาะในลักษณะทั่วไปไม่ชัดเจน ทำให้เรียนรู้ได้ยาก ส่วนมโนคติบางชนิดมีลักษณะไม่ซับซ้อน มีความเด่นชัด จะเรียนรู้ได้ง่าย ดังนั้นเมื่อคนเราจะเกิดมโนคติในเรื่องใดเรื่องหนึ่งก็ตาม จะต้องคำนึงถึงลักษณะทั่วไปและลักษณะเฉพาะ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของมโนคตินั้น ๆ ด้วยเสมอ

2.2.5 การสร้างมโนคติ

การสร้างมโนคตินั้น ได้มีการศึกษาและนักจิตวิทยากล่าวถึงไว้ดังนี้

Piaget (1958 อ้างถึงใน กิ่งฟ้า สินธุวงศ์, 2535) ได้เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับการสร้างมโนคติไว้ว่า โครงสร้างทางสติปัญญาของมนุษย์ ประกอบด้วย

1) โครงสร้าง (schema)

2) กระบวนการปรับเข้าโครงสร้าง (assimilation)

3) กระบวนการปรับขยายโครงสร้าง (accommodation)

4) สภาวะสมดุล (equilibrium)

ในโครงสร้างทางสติปัญญาทั้ง 4 อย่างนี้ โครงสร้างที่มีความสำคัญต่อการสร้างมโนคติ คือ กระบวนการปรับเข้าโครงสร้าง และกระบวนการปรับขยายโครงสร้าง ซึ่งกระบวนการปรับเข้าโครงสร้าง ประกอบด้วยความสามารถในการจำแนก (discrimination) และความสามารถในการสรุปครอบคลุม (generalization) เช่น เด็กสามารถแยกสัตว์สี่เท้าออกจากพวกสัตว์ปีก และสามารถจัดสัตว์ที่พบเห็นเข้าเป็นพวกสัตว์ปีก สัตว์สี่เท้า และสัตว์เลื้อยคลานได้ โดยใช้ความสามารถในการสรุปครอบคลุมลักษณะของสัตว์ เช่น นก ไก่ เป็ด รวมเข้าเป็นสัตว์ปีกได้ ความสามารถในการจำแนกและการสรุปครอบคลุม ช่วยส่งเสริมกระบวนการปรับเข้าโครงสร้างให้มีคุณภาพในระดับสูงขึ้น กล่าวคือ เมื่อบุคคลจัดประเภทของวัตถุและสิ่งที่มีชีวิตอยู่ได้แล้ว เมื่อไปพบวัตถุใหม่ ซึ่งจัดเข้าประเภทเดียวกันได้ บุคคลนั้นก็ใช้กระบวนการปรับเข้าโครงสร้าง จัดเข้าประเภท

ส่วนกระบวนการปรับขยายโครงสร้าง หมายถึง เมื่อบุคคลพบสิ่งใหม่ที่ไม่สามารถจัดเข้าโครงสร้างเดิมได้ ก็ต้องจัดประเภทใหม่หรือปรับโครงสร้างใหม่ บุคคลที่มีความสามารถปรับโครงสร้างใหม่ได้ เป็นบุคคลที่มีความสามารถสร้างมโนคติใหม่ๆ ได้

Ausubel (1968) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นในการสร้างมโนคติไว้ดังนี้

- 1) วิเคราะห์และแยกแยะความแตกต่างของสิ่งเร้า
- 2) สร้างสมมุติฐานเกี่ยวกับลักษณะรวมของสิ่งเร้า
- 3) ทดสอบสมมุติฐานที่สร้างขึ้นในสถานการณ์หนึ่ง
- 4) เลือกสมมุติฐานที่สามารถครอบคลุมสิ่งเร้าที่มีลักษณะบางประการเหมือนกัน
- 5) นำลักษณะเฉพาะของสิ่งเร้าที่คิดไว้จากสมมุติฐานสัมพันธ์กับโครงสร้างความคิดที่มีอยู่เดิมของตน

- 6) แยกแยะความแตกต่างระหว่างมโนคติที่ได้ใหม่กับมโนคติที่มีอยู่เดิมเพื่อหาความสัมพันธ์
- 7) สรุปความหมายของมโนคติที่รับมาใหม่ให้ครอบคลุมไปยังสมาชิกทุกๆ หน่วยในกลุ่ม
- 8) คิดหาสัญลักษณ์ทางภาษาที่เหมาะสม มาใช้เป็นตัวแทนของมโนคติที่รับมาใหม่

Klausmier et al., (1974 อ้างถึงในประसार มาลากุล ณ อยุธยา, 2531) ได้ทำการวิจัย พบว่า การเรียนรู้มโนคติขึ้นอยู่กับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน และอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมของการเรียนการสอน โดยพัฒนาการของการเรียนมโนคติแบ่งได้เป็น 4 ระดับดังนี้

- 1) ขั้นที่ผู้เรียนจำวัตถุ สิ่งต่างๆ และนึกชื่อสิ่งนั้นได้
- 2) ขั้นที่ผู้เรียนจำสิ่งหนึ่งสิ่งใดในสถานการณ์และเวลาที่ต่างกันได้ สามารถสรุปความคล้ายคลึงและแผ่ขยายมโนคติที่มีอยู่ได้ เช่น สุนัขขอมเป็นสุนัขเสมอ ไม่ว่าจะอยู่ที่ใดเวลาใด

3) ชั้นที่ผู้เรียนสามารถจัดประเภทสิ่งที่มีลักษณะร่วมเข้าไว้ในกลุ่มเดียวกันได้

4) ชั้นสุดท้าย เป็นชั้นที่ผู้เรียนสามารถให้ชื่อมโนคติ อธิบายความหมาย จำแนกความแตกต่างระหว่างมโนคติต่างๆ ได้ เป็นระดับที่มีการเรียนรู้มโนคติอย่างสมบูรณ์

จำนง พรายแถมแซ (2516) ได้อธิบายเกี่ยวกับการเรียนรู้มโนคติไว้ว่า "การที่บุคคลจะเกิดมโนคติเรื่องหนึ่งก็ต่อเมื่อบุคคลนั้นต้องเคยมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ ความจริง (fact) หลักการ (principle) และการลงข้อสรุป (generalization) ของเรื่องนั้น ๆ มาก่อน และอีกอย่างหนึ่งคือ บุคคลนั้นจะต้องสามารถระลึกได้ (recognize) ได้ว่า สิ่งนั้นๆ มีลักษณะเฉพาะอะไรบ้าง โดยการแยกลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้นออกจากสิ่งอื่นได้อย่างชัดเจน ซึ่งคุณลักษณะนี้จะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยคุณสมบัติในด้านการใช้ความสังเกต ซึ่งสามารถสรุปเป็นแผนภาพการเกิดมโนคติ ดังนี้

ความจริง

การสังเกต----->หลักการ----->แยกลักษณะเฉพาะ----->มโนคติ

การลงข้อสรุป

ชัยพร วิชาวุธ (2519) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้มโนคติไว้ดังนี้

1) การเรียนรู้เริ่มจากผู้เรียนได้ประสบการณ์ซึ่งได้แก่ การเห็น การได้ยิน

2) เมื่อเกิดประสบการณ์แล้วผู้เรียนจะต้องสังเกตในรายละเอียดปลีกย่อยของประสบการณ์และคิดเปรียบเทียบ เช่น รูปที่เห็นนั้นมีสีอะไร รูปร่างอย่างไร ทั้ง 2 อย่าง มีอะไรเหมือนกัน และมีอะไรที่ต่างกัน

3) จากการสังเกตในข้อ 2 ผู้เรียนจะตั้งสมมติฐานว่า มโนคติคืออะไร

4) ผู้เรียนทดสอบสมมติฐาน ถ้าผลปรากฏว่า ถูก ก็คงจะสมมติฐานนั้นไว้ ถ้าผิดก็จะกลับไปสังเกตและคิดตั้งสมมติฐานใหม่จนถูก

คณะกรรมการการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525) ได้กล่าวถึงการสร้างมโนคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า "รูปแบบการสร้างมโนคติทางวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกับการสร้างมโนคติทั่วไป การสร้างมโนคติทางวิทยาศาสตร์นั้น มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เพราะการเรียนรู้จะเริ่มจากการสัมผัส รับรู้อารมณ์ความรู้สึกต่างๆ เป็นเบื้องต้น และเมื่อได้รับรู้จากสิ่งที่มีลักษณะร่วมกัน มีความสัมพันธ์กันเพิ่มขึ้นหลาย ๆ ครั้ง นักเรียนสามารถนำมาสรุปเป็นมโนคติได้ เมื่อนักเรียนเรียนรู้มากขึ้น มีการสะสมมากขึ้นก็จะทำให้นักเรียนสามารถนำมโนคติที่สรุปไว้นั้น ไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ขั้นสูงต่อไป และสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น"

โดยสรุปแล้ว การสร้างมโนคติของบุคคลใดบุคคลหนึ่ง จะเกิดขึ้นต่อเมื่อบุคคลนั้นต้องมี

การสังเกต จนเกิดการเรียนรู้ความจริง หลักการ และลงข้อสรุปของสิ่งนั้น ๆ โดยแยกลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้น ๆ ได้อย่างชัดเจน จากนั้นนำมาสัมพันธ์กับโครงสร้างของความคิดที่มีอยู่เดิมของตน เพื่อสรุปเป็นมโนคติ

2.2.6 การสอนเพื่อให้เกิดมโนคติ

De Cecco (1968) ได้แนะนำวิธีสอนมโนคติไว้ 9 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1) ระบุจุดมุ่งหมายว่า ต้องการให้นักเรียนมีพฤติกรรมอะไร หลังจากที่ได้เรียนรู้มโนคตินั้นๆ แล้ว

2) วิเคราะห์มโนคติที่จะให้เรียนก่อน และลดลักษณะที่ไม่จำเป็น เน้น ลักษณะเด่นสำคัญ จัดลำดับหมวดหมู่ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจง่าย

3) ใช้สื่อภาษาที่ง่าย เพื่ออธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจมโนคติได้ชัดเจนขึ้น

4) เสนอตัวอย่างมโนคติทั้งทางบวก และทางลบให้ชัดเจน

5) เสนอตัวอย่างมโนคติในทางบวก และทางลบ ที่ละอย่างในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกัน หรือเสนอพร้อมกัน

6) ให้นักเรียนรู้จักจำแนกระหว่างตัวอย่างในทางบวกและทางลบ โดยเสนอตัวอย่างใหม่ของมโนคติ แล้วให้นักเรียนบอกว่าใช่มโนคตินั้นหรือไม่

7) ทดสอบการเรียนรู้มโนคติของนักเรียน

8) ให้นักเรียนให้คำจำกัดความของมโนคตินั้น

9) ให้โอกาสนักเรียนตอบสนอง และสร้างการเสริมแรงให้เกิดจากการตอบสนอง การเสริมแรงอย่างคงเส้นคงวา จะมีผลต่อการเรียนรู้มโนคติ

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525) ได้เสนอหลักการในการสอนเพื่อให้เกิดมโนคติแก่นักเรียนซึ่งสอดคล้องกับบุคคลอื่น ๆ ไว้ดังนี้

1) ใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับบทเรียน และวุฒิภาวะของนักเรียน เพราะอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับบทเรียนจะทำให้เนื้อหาที่ยากกลับง่ายขึ้น ทั้งนี้ครูจะเป็นผู้พิจารณาถึงความเหมาะสมของบทเรียนและนักเรียน

2) การจัดประสบการณ์ตรงให้กับนักเรียน ให้ได้สัมผัสของจริงให้มากที่สุด และนำประสบการณ์รองมาใช้ในการสอน ก็สามารถทำให้นักเรียนเกิดความสัมพันธ์ทางความคิดด้วยตนเอง ทำให้เกิดมโนคติขึ้นมาด้วยตนเองได้

3) ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนส่งเสริมให้รู้จักคิดหาเหตุผล รู้จัก

สังเกต และรู้จักจำแนกลักษณะเฉพาะของสิ่งต่าง ๆ ออกมาให้เห็นเด่นชัด จะทำให้เขามีความรู้ความเข้าใจ เบื้องต้นอันจะนำไปสู่การสร้างมโนคติต่อไป

4) เลือกใช้วิธีสอนให้เหมาะสมกับบทเรียนและนักเรียนในการสอนสิ่งใดก็ตามครูจะต้องเป็นผู้พิจารณาเลือกวิธีสอน และจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้นักเรียน วิธีสอนบางวิธี เช่น วิธีสอนแบบบรรยาย ควรนำมาใช้น้อยที่สุด เพราะการสอนวิธีนี้จะทำให้นักเรียนเกิดมโนภาพที่จะนำไปสู่การสร้างมโนคติอย่างผิด ๆ ได้ง่าย

จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้สรุปได้ว่า การที่ครูจะสอนให้ถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งนั้น จะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ในการสร้างมโนคติ ซึ่งนอกจากจะเป็นเทคนิควิธีการสอนแบบต่าง ๆ แล้ว ต้องคำนึงถึงการวิเคราะห์เนื้อหา และจุดมุ่งหมายอุปกรณ์การเรียนการสอน การจัดประสบการณ์ตรงให้กับนักเรียน และที่สำคัญก็คือ ตัวผู้เรียนจะต้องมีความพร้อมและมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ซึ่งเป็นแรงกระตุ้นที่ช่วยส่งเสริมการเกิดมโนคติของผู้เรียน

2.3 มโนคติที่คลาดเคลื่อน

2.3.1 ความหมายของมโนคติที่คลาดเคลื่อน

มโนคติที่คลาดเคลื่อนมาจากภาษาอังกฤษว่า Preconceptions (Ausubel, 1968), Misconception (Helm, 1980; Novak, 1983), Alternative Conceptions (Osborne and Gilbert, 1980; Hewson and Hewson, 1983), Naive Belief (Caramazza and McCloskey and Green, 1981), Intuitive Belief (McCloskey, 1983), Preconception (Anderson and Smith, 1983), Alternative Frameworks (Driver and Easley, 1983; Nithi et al., 1993) Erroneous concept (Fisher, 1983), Children's Science (Osborne and Freyberg, 1985)

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า Alternative Conceptions ได้มีผู้ให้ความหมายของมโนคติที่คลาดเคลื่อนไว้ดังนี้

Powell (1983) ให้ความหมายไว้ว่า เป็นความเข้าใจผิดอันมีพื้นฐานมาจากการให้ความหมายที่ไม่ถูกต้อง

Hewson, and Hewson (1983) กล่าวว่า "มโนคติที่คลาดเคลื่อน เป็นแนวความคิดที่นักเรียนมีอยู่ และแตกต่างจากแนวความคิดที่บุคคลทั่วไปยอมรับ ซึ่งอาจมีมาก่อนการศึกษาแล้วเรียน หรือเกิดขึ้นหลังจากการศึกษาแล้วเรียน "



Halloun, and Hstenes (1985), Wandersee (1985) Peterson, and treagust (1989), Sum-um-Jaan s.(1990), ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งมีความคิดเห็นในแนวเดียวกัน ว่า "มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เป็นความรู้ที่ได้มาจากการประสบการณ์ ส่วนตัวของแต่ละบุคคล อาจได้มาไม่สมบูรณ์ ทำให้ตีความหมายแตกต่างไปจากแนวคิดที่ได้รับการยอมรับของกลุ่มนักวิทยาศาสตร์"

บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ (2523) ได้อธิบายเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า เป็นการสั่งสมหรือสรุปความคิดที่ผิดพลาด เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้เรื่องใหม่ ทำให้เกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์ใหม่ช้าลง ไม่เกิดผล

ธิติมา สุขภินนตรี (2531) และ กรรณิกา แจ่มพินไวย (2534) ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ใกล้เคียงกัน ว่า หมายถึง ความคิดความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง ความเข้าใจผิดอันเนื่องมาจากการรับรู้จากประสบการณ์และความรู้ที่ไม่สมบูรณ์และคลุมเครือ ซึ่งเป็นแนวคิดที่ต่างไปจากการยอมรับทางวิทยาศาสตร์

จากความหมายที่กล่าวมา สรุปได้ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่นักเรียนสร้างขึ้นมาจากตัวของเขาเอง โดยการนำเอามโนทัศน์เบื้องต้นที่มีมาก่อน หรือแนวคิดและความรู้ที่ศึกษาจากโรงเรียน มาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่ ๆ ซึ่งความเข้าใจดังกล่าวเป็นแนวความคิดที่แตกต่างไปจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับกันอยู่ในปัจจุบัน มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนี้ อาจเกิดขึ้นก่อน ระหว่าง หรือหลังจากได้รับการศึกษาเล่าเรียนไปแล้ว

2.3.2 ลักษณะและสาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

Anaderson and Smith (1983) กล่าวว่า การเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะเกิดขึ้นในโครงสร้างทางสติปัญญา (cognitive structure) ของตัวนักเรียน

Pines and west (1983 อ้างถึงในกรรณิกา แจ่มพินไวย, 2534) ได้แบ่งมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งเกิดจากสถานการณ์การเรียนรู้ที่ต่างกัน 3 กลุ่มคือ

1) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอันเกิดจากสถานการณ์ที่ขัดแย้งกัน แบ่งตามขั้นตอนของการเกิดมโนคติ 3 ระยะ คือ ระยะของการรับรู้ ระยะการไม่สมดุลย์ และระยะจัดระบบใหม่ ในระยะการรับรู้ ครูจะต้องจัดกิจกรรมต่างๆ เพื่อชักนำในสิ่งที่มีอยู่ในตัวนักเรียน ให้ปรากฏออกมา ในระยะนี้นักเรียนจะสร้างความรู้ใหม่ ในขอบเขตของตน และเมื่อไม่พบสิ่งที่พอใจ อาจจะก่อให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ เป็นหน้าที่ของครูที่ต้องแก้ไขความคิดที่เกิดขึ้น

2) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากสถานการณ์ที่สอดคล้องกัน เช่นการขยายคำไปสู่ความหมายใหม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความหมายของคำ ซึ่งมีผลให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ได้ เช่นในเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และแหล่งอาหารของพืช นักเรียนมักจะนำคำว่า อาหารโดยทั่วไปมาเชื่อมโยงกับความหมายของคำว่า แหล่งอาหารของพืช ทำให้เกิดความสับสน และเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า "อาหารของพืช มาจากการที่พืชดูดอาหารมาจากดิน"

3) มโนคติที่คลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากสถานการณ์ที่ทำให้ความรู้โดยสัญลักษณ์ นักเรียนไม่สามารถนำความรู้จากสัญลักษณ์มาสัมพันธ์กับความรู้ที่เกิดขึ้นจริงได้ เช่น การใช้สัญลักษณ์ในทางเคมี นักเรียนไม่สามารถมองเห็นภาพของการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

Fisher (1985 อ้างถึงใน วราภรณ์ ธีรสิริ, 2532) ได้กล่าวถึงมโนคติที่คลาดเคลื่อนซึ่งมีลักษณะดังนี้

- 1) เป็นมโนคติที่คลาดเคลื่อนไปจากมโนคติของผู้รู้ หรือผู้เชี่ยวชาญ ในสาขาวิชานั้น ๆ
- 2) เป็นมโนคติที่คลาดเคลื่อนเพียงเรื่องเดียวสามารถที่จะขยายวงกว้างออกไปได้เมื่อมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของบุคคลเป็นจำนวนมาก
- 3) มโนคติที่คลาดเคลื่อนจะขยายวงกว้างออกไปจากเรื่องที่ง่ายไปสู่เรื่องที่ยากขึ้น และถ้าใช้วิธีการสอนแบบดั้งเดิม จะทำให้เกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้ และยากต่อการแก้ไข
- 4) มโนคติที่คลาดเคลื่อนบางเรื่องก็เกี่ยวกับความเชื่อมั่น ซึ่งเกี่ยวข้องกันอย่างมีระบบ และมีแนวโน้มจะนำไปใช้ในชีวิตประจำวันด้วย
- 5) มโนคติที่คลาดเคลื่อนบางเรื่องที่ถ่ายทอดกันมาตั้งแต่อดีต จากผู้ที่เป็นผู้นำความรู้ในสาขาวิชานั้นๆ แล้วถ่ายทอดมาสู่ตัวนักเรียนได้

Hewson (1985) กล่าวว่า มโนคติที่คลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเนื่องจาก การที่นักเรียนเป็นผู้มีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ของตัวเอง ซึ่งบุคคลต่าง ๆ จะใช้ความรู้ที่ตนเองมีอยู่ในการทำ ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ดังนั้น จึงเป็นไปได้ที่แต่ละคนจะมีมโนคติที่แตกต่างกันเมื่อเขา แสดงการรับรู้มโนคติในเรื่องเดียวกันออกมา

สาเหตุของมโนคติที่คลาดเคลื่อน

Fisher (1985 อ้างถึงใน จิตติมา สุขภินนตรี, 2531) ได้กล่าวถึงสาเหตุของการเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า มโนคติที่คลาดเคลื่อนอาจเกิดจากนักเรียนไม่สามารถได้รับประสบการณ์ตรงในเนื้อหาวิชานั้นๆ แต่ต้องอาศัยการจินตนาการทำให้นักเรียนอาจเกิดจินตนาการที่ผิดไปจากที่เป็นจริงได้ เช่น ได้กล่าวถึงการเรียนชีววิทยาว่านักเรียนมักมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหาวิชาชีววิทยาระดับโมเลกุล ทั้งๆ ที่การศึกษาปฏิกิริยาต่างๆ ของโมเลกุลมีมานานแล้วก็ตาม แต่ปฏิกิริยาของโมเลกุลส่วนใหญ่หรือเกือบทั้งหมด ไม่สามารถสังเกตเห็นด้วยตาได้ ดังนั้น

นักเรียนจึงไม่สามารถสร้างหรือสะสมประสบการณ์ได้ เนื่องจากไม่สามารถเปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของวัตถุต่างๆ ที่นักเรียนเคยมีประสบการณ์มาก่อนได้ ดังนั้นนักเรียนที่เรียนวิชาชีววิทยาจึงมักไม่เข้าใจในเรื่องนี้และนำไปสู่การเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้

Osborne and Freyberg (1985) ได้สรุปสาเหตุของการเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า "มโนคติที่เกิดขึ้นจริงในตัวนักเรียนจะแตกต่างจากมโนคติที่ครูต้องการจะให้นักเรียน เป็นเหตุให้นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้" ซึ่งสาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้แก่ ตำราเรียน (ได้ผลเช่นเดียวกับ Cho et al., 1985) การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การทำกิจกรรม และการสรุปความรู้ต่างๆ

Halloun and Hestenes (1985) ได้ให้ความเห็นโดยสรุปเกี่ยวกับสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ให้นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า บางครั้งการแปลความหมายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติตามความเชื่อของนักปราชญ์ในอดีต เป็นผลให้นักเรียนเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องนั้นๆ ได้ ซึ่งความเชื่อดังกล่าว ได้รับการสนับสนุนจากผลการวิจัยของ Wandersee (1986) ที่พบว่านักเรียนตั้งแต่ระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษา จนถึงระดับมหาวิทยาลัย ยังมีความเชื่ออย่างฝังใจเช่นเดียวกับกับอริสโตเติลที่ว่า "ดิน คืออาหารของพืช"

Kiolaew. S. (1988) ได้สรุปสาเหตุของการเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้ 4 ประการ คือ 1) ตำราเรียน 2) ระดับพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียน 3) ภาษาที่ใช้ในการสื่อสาร 4) ตัวครูผู้สอน

Simson and Marek (1988) กล่าวว่า "ประสบการณ์ในโรงเรียน เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้ นอกจากนี้อาจจะเกิดจากการอธิบายของครู หรือผู้ใหญ่ที่ขาดความเข้าใจในมโนคตินั้นอย่างดี สิ่งเหล่านี้จะให้นักเรียนเข้าใจมโนคติผิดโดย รู้เท่าไม่ถึงการณ์"

Sum-um-Jaan, S. (1990) ให้ข้อเสนอแนะว่า นักเรียนอาจจะมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนมาจาก

- 1) นักเรียนพยายามลงข้อสรุปจากปรากฏการณ์ที่มีอยู่ภายในขอบเขตของตนเอง
- 2) นักเรียนจะพิจารณา ค้นหาความคิด โดยอาศัยความคิดของตนเองเป็นหลัก
- 3) นักเรียนจะเปรียบเทียบระหว่างสิ่งที่ไม่มีชีวิตเหมือนกับสิ่งที่มีมนุษย์ทำเป็นประจำ
- 4) นักเรียนไม่สามารถพัฒนาเหตุผลที่เป็นนามธรรมได้
- 5) นักเรียนไม่สามารถลงข้อสรุปที่ตรงข้ามกับความคิดของตนเองได้
- 6) นักเรียนมีขีดจำกัดในการใช้ภาษา และไม่สามารถแสดงความคิดออกมาเป็นคำพูดตามที่เขาได้รู้

(Sauder, 1993) ได้กล่าวถึงสาเหตุของการเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน ซึ่งสรุปได้เป็น 3 ประเภท พร้อมทั้งรวบรวมแนวความคิดของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาที่สนับสนุนผลงานวิจัยของเขาไว้ดังต่อไปนี้

1. มโนคติที่คลาดเคลื่อนซึ่งเป็นผลมาจากประสบการณ์ที่ได้รับในแต่ละวันและการใช้ภาษาที่ไม่ใช่ภาษาเชิงวิทยาศาสตร์ในทุกวัน
2. มโนคติที่คลาดเคลื่อนเกิดจากผลของรูปแบบของความคิดที่ผิด ที่ผู้เรียนได้รับมาจากโรงเรียน
3. มโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเกิดจากกิจกรรมการเรียนการสอน เมื่อมีการสอนความรู้ที่ผิด ซึ่งคำว่าการสอนผิดมี 2 แบบ เป็นไปได้ว่าแหล่งของแนวความคิดที่คลาดเคลื่อนเกิดขึ้นจาก

3.1) หนังสือแบบเรียน (Helm, 1978; Barras, 1984; Fisher and Lipson, 1988; Storey, 1989, 1990; Abraham, Drybowski, Renner and Marek, 1992)

3.2) ครู (Helm, 1978; Nussbaum, 1981; Barras, 1984; Fisher and Lipson, 1988)

โดยสรุปแล้ว มโนคติที่คลาดเคลื่อน เกิดจากสาเหตุดังนี้ 1) ความเชื่อตามผู้ทรงคุณวุฒิหรือนักปราชญ์ในอดีต 2) ตำราเรียนที่เขียนไม่ชัดเจน 3) วุฒิภาวะและพัฒนาการทางด้านสติปัญญาของผู้เรียน 4) ตัวครูผู้สอน 5) เนื้อหาที่ค่อนข้างเป็นนามธรรมทำให้เกิดการจินตนาการผิด 6) ความแตกต่างระหว่างภาษาที่ใช้ในการเชิงวิชาการกับที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

7) ประสบการณ์การเรียนรู้มโนคติของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน

2.4 พฤติกรรมการสอน

2.4.1 ความหมายของพฤติกรรมการสอน

พฤติกรรมการสอนมาจากคำว่า พฤติกรรมรวมกับการสอน สำหรับพฤติกรรม สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต (2526) ได้ความหมายไว้ว่า หมายถึงสิ่งที่บุคคลกระทำ แสดงออก การตอบสนอง หรือโต้ตอบต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งที่สามารถสังเกตได้ เห็นได้ ได้ยินได้ นับได้ อีกทั้งวัดได้ตรงกัน

ส่วนการสอน กระทรวงศึกษาธิการ (2525) ได้ให้ความหมายไว้ คือ ความพยายามของคนคนหนึ่งหรือหลายๆ คน ที่จะจัดกิจกรรมในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้บุคคลคนหนึ่งหรือหลายๆ

คนเกิดการเรียนรู้ นอกจากนี้ อุไรวรรณ ภูเจริญ (2533) ได้ให้ความหมายของการสอนไว้คือ กิจกรรมที่ครูทำ เมื่อนำพฤติกรรมมารวมกับคำว่า การสอนจะได้เป็นพฤติกรรมการสอน ซึ่งหมายถึงการกระทำใดๆ ที่ครูหรือผู้สอน แสดงออกมาเพื่อทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้หรือเปลี่ยนพฤติกรรมไปตามความมุ่งหมาย

Flanders (1970) ได้กล่าวถึง ความหมายของพฤติกรรมการสอนไว้ว่า "เป็นการกระทำของครูที่เกิดขึ้นในระหว่างการปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน"

เสรี บุญกุ้ย (2524) ได้สรุปความหมายของพฤติกรรมการสอนไว้ว่า หมายถึง "กิจกรรมหรือการแสดงออกของครูที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นการแสดงออกทางวาจา หรือไม่ได้แสดงออกทางวาจา ใจ ขณะทำการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้เด็กได้รับความรู้ เจตคติ และทักษะ กระบวนการวิทยาศาสตร์"

ธีระยุทธ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา (2525) ได้กล่าวถึงความหมายของพฤติกรรมการสอนไว้ว่า "เป็นการกระทำหรือกิจกรรมที่ครูและนักเรียนแสดงออกมา เพื่อมุ่งพัฒนานักเรียนในด้านความรู้ เจตคติและทักษะ ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ถ้าครูแสดงออกเรียกว่าพฤติกรรมของครู ถ้านักเรียนเป็นผู้แสดงออก เรียกว่า พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน"

โดยสรุปแล้วพฤติกรรมการสอน หมายถึง กิจกรรมที่ครูและนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน โดยการที่ครูจัดกิจกรรม เพื่อมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ตามที่จุดมุ่งหมายกำหนดไว้

2.4.2 ลักษณะของพฤติกรรมการสอน

ลักษณะของพฤติกรรมการสอนที่ครูแสดงออกนั้น อาจแบ่งได้หลายประเภท ดังนี้

Bellack (1963 อ้างถึงใน สุจิตรา แสงทรัพย์ 2531) ได้แบ่งพฤติกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนระหว่างครูและนักเรียนออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. พฤติกรรมทางวาจา (Verbal behavior) หมายถึง พฤติกรรมที่ครูและนักเรียนแสดงออกเพื่อสื่อความหมายระหว่างกัน โดยการพูดหรืออ่านออกเสียง

2. พฤติกรรมที่ไม่ใช้วาจา (Nonverbal behavior) หมายถึง พฤติกรรมที่ครูและนักเรียนไม่ได้แสดงออกทางวาจา แต่เป็นการแสดงทางท่าทาง

2.4.3 การสังเกตพฤติกรรมการสอน

การสังเกตและการวิเคราะห์พฤติกรรมการสอน เป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่น่าสนใจในการ

ปรับปรุงการเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด ซึ่งทำให้การสอนประสบความสำเร็จตามความมุ่งหมายของการศึกษา

McNergney (1981) ได้สรุปถึงการสังเกตพฤติกรรมการสอนในห้องเรียนอย่างมีระบบว่า เป็นสิ่งที่จำเป็นมาก เพราะพฤติกรรมการสอนของครูจะเป็นเครื่องชี้ถึงความสามารถของครูในด้านต่างๆ นอกจากนี้การสังเกตพฤติกรรมการสอนในห้องเรียนอย่างมีระบบยังจะช่วยทำให้เกิดสิ่งต่อไปนี้

1. ครูผู้สอนได้ทราบข้อมูล เกี่ยวกับพฤติกรรมการสอนของตนเองทำให้ได้ปรับปรุงการเรียนการสอน

2. ครูสามารถนำข้อมูลเกี่ยวกับการสอนของตนเอง ไปเปรียบเทียบกับคนอื่น เพื่อที่จะสามารถตัดสินได้ว่า จะต้องปรับปรุงพัฒนาตนเองจุดไหนอย่างไร

3. เป็นประโยชน์ในการที่จะจัดอันดับพฤติกรรมที่สำคัญๆ ในห้องเรียน

Flanders (1970) ได้สรุปถึงการสังเกตพฤติกรรมการสอนในชั้นเรียนมาจากรากฐานของความคิดที่ว่าพฤติกรรมที่เกิดขึ้นสามารถรับรู้ได้ในรูปของเหตุการณ์ที่ปรากฏต่อเนื่องกัน และเป็นเหตุการณ์ในช่วงสั้นๆ ซึ่งครูประจำการ นักเรียนฝึกหัดครู และผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนที่ได้รับการฝึกฝน จะสามารถจำแนกและวิเคราะห์พฤติกรรมของตนได้

Flanders (1970) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการสังเกตและการวิเคราะห์พฤติกรรมในห้องเรียน สรุปได้ดังนี้

1. เพื่อให้ครูพัฒนาพฤติกรรมและสามารถควบคุมพฤติกรรมการสอนของตนเองได้
2. เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ที่เกิดขึ้นในห้องเรียนกับผลการเรียนรู้ของนักเรียน
3. เพื่อให้นักเรียนปรับตัว ได้ดีขึ้น

2.4.4 ประโยชน์ของการสังเกตพฤติกรรมการสอน

ประโยชน์ของการสังเกตพฤติกรรมการสอนอย่างมีระบบ ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

ธีระชัย ปฐปะโชติ (2515) ได้กล่าวไว้ว่า

1. สามารถนำไปใช้ในการนิเทศการศึกษาได้เพราะช่วยให้ผู้สอนได้ทราบพฤติกรรมของตนเองในห้องเรียนได้ชัดเจนขึ้น ทำให้สามารถปรับปรุงตนเองได้ง่ายขึ้น
2. ถ้าหากแนะนำหรือฝึกครู หรือนิสิตฝึกสอนเกี่ยวกับวิธีการนี้แล้ว จะช่วยให้ครูหรือนิสิตฝึกสอนสามารถช่วยตนเองและเพื่อนร่วมอาชีพได้ ในการปรับปรุง พฤติกรรมการเรียนการสอนในชั้นของตน

3. สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยได้

2.4.5 เครื่องมือที่ใช้ในการสังเกตและวิเคราะห์พฤติกรรมการสอน

ระบบที่ใช้ในการสังเกตพฤติกรรมการสอน

Cartwright and Cartwright (อ้างถึงในศิริพร จันทนานนท์, 2532) ได้สรุปถึงระบบที่ใช้ในการสังเกตและบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการสอนในห้องเรียนนั้น โดยทั่วไปมี 2 ระบบ ดังต่อไปนี้

1. ระบบเครื่องหมาย (Sign System) เครื่องมือสังเกตการเรียนการสอนที่ใช้ระบบนี้ประกอบด้วยรายการพฤติกรรมต่างๆ ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้อาจเกิดขึ้นหรือไม่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่สังเกตก็ได้ ผู้สังเกตจะบันทึกข้อมูล โดยทำเครื่องหมายอย่างใดอย่างหนึ่งลงในแบบสังเกตเพื่อแสดงว่ามีพฤติกรรมนั้นๆ เกิดขึ้น การบันทึกข้อมูลด้วยระบบนี้จะไม่คำนึงถึงความถี่ของการเกิดพฤติกรรมกล่าวคือจะสนใจว่ามีพฤติกรรมอะไรเกิดขึ้นบ้างเท่านั้น แต่ไม่สนใจว่าเกิดขึ้นกี่ครั้งหรือเกิดบ่อยเพียงใด ดังนั้นผู้สังเกตที่ใช้เครื่องมือระบบนี้จะมุ่งความสนใจไปที่พฤติกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้มาก เพราะไม่ต้องกังวลกับการบันทึกจำนวนความถี่ ด้วยตัวอย่างของเครื่องมือที่ใช้ระบบนี้ ได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมของคอล์เนล

2. ระบบแยกประเภท (Category System) เครื่องมือสังเกตการเรียนการสอนที่ใช้ระบบนี้ จะจำแนกพฤติกรรมที่จะศึกษาออกเป็นประเภทๆ แต่ละประเภทจะใช้หมายเลขหรือตัวอักษรเป็นรหัสแทนประเภทของพฤติกรรมนั้น เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการบันทึกข้อมูลการสังเกต และการบันทึกข้อมูลจะคำนึงถึงความถี่ของพฤติกรรมแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นด้วย เช่น บันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้นซ้ำทุก 3 วินาที ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ระบบนี้ ได้แก่ เครื่องมือวิเคราะห์พฤติกรรมทางวาจาของ Flanders

สำหรับตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการสังเกตพฤติกรรมการสอนได้มีผู้สร้างและปรับปรุงขึ้นใช้ดังนี้

Shymansky and Penick (1979) ได้ทำการสร้างแบบการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนการสอน มีชื่อว่า Science Laboratory Interaction Categories (SLIC) จำแนกเป็นพฤติกรรมของครูกับของนักเรียนซึ่งสามารถใช้ได้กับพฤติกรรมที่แสดงออกทางวาจา และพฤติกรรมที่ไม่ได้แสดงออกทางวาจามีรายละเอียด ดังนี้

แบบบันทึกพฤติกรรมของครู

สัญลักษณ์

ลักษณะของพฤติกรรม

- X การถามในแนวกว้าง คำถามที่นักเรียนต้องสังเคราะห์แนวคิดเพื่อตอบคำถามเพื่อการทำงาน การตั้งสมมติฐาน การอธิบาย การประเมินค่า
- Q การถามในแนวแคบ คำถามเกี่ยวกับความจริง นักเรียนตอบโดยไม่ต้องสังเคราะห์ความคิด เช่น คำถามว่าเกิดอะไรขึ้น
- D กระบวนการสาธิต ครูกระทำการใดๆ ที่จะแสดงให้นักเรียนรู้อะไร รวมทั้งคำถามทางอ้อมที่ควบคุมพฤติกรรมทางอ้อมของนักเรียน
- G ให้คำแนะนำ แนะนำแนวทาง พฤติกรรมทางวาจาที่บอกนักเรียนว่าจะทำอะไร รวมทั้งคำถามทางอ้อมที่ควบคุมพฤติกรรมทางอ้อมของนักเรียน
- S แสดงออกหรือใช้ภาพประกอบ ครูกระทำหรือแสดง เพื่อวัตถุประสงค์จะสื่อสารรายละเอียดที่ต้องถ่ายทอดทางอ้อม (ไม่มีจุดมุ่งหมายที่จะบอกนักเรียนว่าควรจะทำอะไร หรืออย่างไรเกี่ยวกับกิจกรรม)
- T การถ่ายทอดง่ายๆ ทางวาจา เพื่อให้ความรู้หรือรายละเอียดทางอ้อม โดยไม่ใช้อุปกรณ์ช่วย
- P การชมเชย การประเมินค่าการกระทำของนักเรียนในทางบวก
- N การดำหนิ การประเมินค่าการกระทำของนักเรียนในทางลบ
- B การสังเกต การรับข้อมูลจากนักเรียน รวมทั้งการกระทำโดยตรงหรือการอ้างอิงถึงสิ่งของและวัตถุต่างๆ
- A การยอมรับพฤติกรรมนักเรียน ไม่ได้ตัดสินด้วยท่าทางหรือคำพูดแต่รวมถึงการกระทำซ้ำของผู้เรียนที่ตอบสนองออกมา
- L การฟังนักเรียน การรับข้อมูลจากนักเรียน โดยการสนทนาโดยตรงกับครูผู้สอน
- O การสังเกตเพียงอย่างเดียว การเฝ้ามอง หรือการฟังผู้เรียนในสถานการณ์ต่างๆ โดยครูมิได้เข้าไปเกี่ยวข้องโดยตรง
- R การอ่านหรือบทเรียนต่างๆ ที่เป็นการอ่าน หรือเขียนของครูโดยเฉพาะ หรือโดยที่นักเรียนมีส่วนร่วมด้วย
- M การจัดหาอุปกรณ์ การได้มาซึ่งวัสดุ เพื่อมาใช้ในห้องทดลอง
- Z พฤติกรรมที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเรียน พฤติกรรมของครูที่ไม่ทำให้เกิดความเข้าใจในกิจกรรมหรือการสอน

แบบบันทึกพฤติกรรมของนักเรียน

สัญลักษณ์	ลักษณะของพฤติกรรม
S	การแสดง การเตรียมอุปกรณ์เพื่อจุดมุ่งหมายที่จะกระทำเพื่อแสดงให้ครูหรือนักเรียนได้รับทราบรวมทั้งการกระทำต่างๆ ให้เห็นชัดเจน เหมือนการสาธิต
E	จัดเตรียมเครื่องมือต่างๆ การสังเกตการทดลอง ทำการทดลองการจัดเตรียมเครื่องมือ การสังเกตการทดลองทุกขั้นตอน รวมทั้งกิจกรรมต่างๆ ในบทเรียน
T	การถ่ายทอดอย่างง่ายๆ การก่อให้เกิดความคิดต่างๆ ความนึกคิดรวมทั้งการให้คำแนะนำถึงหน้าที่ต่างๆ ซึ่งจะเชื่อมโยงไปสู่จุดหมายปลายทาง รวมทั้งคำตอบเชิงวิทยาศาสตร์ที่ไม่จำเป็นต้องอาศัยอุปกรณ์ทดลองที่พร้อมมูล
Q	ถามปัญหา พยายามรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาจากครูและนักเรียน
L	การฟัง พฤติกรรมรายวิชา หรือการฟังคำตอบจากครูและนักเรียน
O	การสังเกตนักเรียนสังเกตการกระทำของครู หรือนักเรียนทั้งหลายรวมทั้งการฟังคำสนทนาในเนื้อหาวิชาที่ไม่เกี่ยวข้องโดยตรง
R	ศึกษาบทเรียนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชา ศึกษาโดยการอ่านจุดมุ่งหมายของบทเรียน รวมทั้งการอ่านบันทึกย่อของนักเรียนคนอื่น หรือตำราเรียนหรือคู่มือประจำห้อง
W	บันทึกย่อหรือจดบันทึกข้อมูลต่างๆ การตอบปัญหาหรือการจดบันทึกจากบทเรียน โดยตรง
M	การเตรียมอุปกรณ์เปลี่ยนตำแหน่งการทดลอง ไปยังตำแหน่งต่างๆ แยกจากวัตถุอื่นๆ เพื่อความปลอดภัยหรือพยายามทำให้กิจกรรมทดลองต่างๆ ง่ายเข้า
Z	พฤติกรรมที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับบทเรียน พฤติกรรมของครูที่ไม่ทำให้เกิดความเข้าใจในกิจกรรมหรือการสอน

ดิลก อุทะนติ (2523) ได้ปรับปรุงและดัดแปลงวิธีการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์จากแบบวิเคราะห์ของ Shymansky and Penick นี้ ใช้ในการศึกษากิริยาร่วมในห้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบบวิเคราะห์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ ดิลก สร้างขึ้นใหม่นี้ ประกอบไปด้วยพฤติกรรมที่ แสดงออกทางวาจาและที่ไม่ได้แสดงออกทางวาจาทั้งของครูและของนักเรียน โดยแต่ละกลุ่มพฤติกรรมจะกำกับไว้ด้วยเลขรหัส 1 ถึง 20 เป็นพฤติกรรมของครู 13 ประเภท พฤติกรรมของนักเรียน 6 ประเภท พฤติกรรมที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับบทเรียน ซึ่ง ไม่อาจจำแนกประเภทของพฤติกรรมได้รวมทั้งความเงียบและความลึกลับจนวายมีรายละเอียดดังนี้

พฤติกรรมของครู

1. การถามในแนวแคบ หมายถึง คำถามที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ซึ่งนักเรียนสามารถตอบได้ทันทีอาจมีคำว่าที่ไหน อะไร เมื่อไร
2. การถามในแนวกว้าง หมายถึง คำถามปลายเปิด (open ended) นักเรียนสามารถตอบด้วยความคิดเห็นของตนเองอย่างอิสระ ได้แก่การถามเกี่ยวกับการพยากรณ์การตั้งสมมติฐาน เป็นต้น
3. การให้แนวทาง หมายถึง การที่ครูเป็นผู้ออกคำสั่งหรือให้ถ้อยคำแนะนำแนวทางโดยมีความมุ่งหมาย ให้นักเรียนปฏิบัติตามรวมถึงการที่ครูเรียกชื่อนักเรียนด้วย
4. การยอมรับพฤติกรรมของนักเรียน หมายถึง การโต้ตอบที่แสดงถึงหรือสนับสนุนพฤติกรรมของนักเรียน ความรู้สึกของนักเรียน ยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน
5. การบรรยาย หมายถึง การบรรยายข้อเท็จจริงหรือความคิดเห็นต่างๆ เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาหรือวิธีการต่างๆ การแสดงความคิดเห็นของครู
6. การอ่าน หมายถึง พฤติกรรมของครูโดยครูเป็นผู้อ่านโดยตรงจากตำราหรือจากข้อมูลต่างๆ
7. การชมเชย หมายถึง พฤติกรรมของครูที่เป็นการส่งเสริมกำลังใจนักเรียน เช่น กล่าวคำว่าเก่งมาก เก่ง เป็นต้น
8. การตำหนิ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่าครูเป็นใหญ่ในการเรียน การสอน การดูว่านักเรียน การวิจารณ์คำพูด หรือการกระทำของนักเรียน
9. การเตรียมอุปกรณ์ในการสอน หมายถึง พฤติกรรมที่ครูจัดและเตรียมการทดลอง อุปกรณ์การทดลองหรือการสอน
10. การสาธิตการทดลอง หมายถึง การแสดงของครูเพื่อให้นักเรียนทราบว่า จะทำอะไรอย่างไร จะมีอะไรเกิดขึ้นและการทำการทดลองของครูเพื่อแสดงแก่นักเรียน
11. การใช้อุปกรณ์ประกอบการสอน หมายถึง การใช้อุปกรณ์อื่น นอกเหนือจากชอล์ค กระดานดำ และอุปกรณ์ในการทดลองอื่นๆ เช่น รูปภาพ แผนภูมิ

12. การสังเกตการทดลอง หมายถึง การที่ครูเข้าไปสังเกตการทดลอง ของนักเรียน รวมถึงการที่ครูเข้าไปช่วยจัดอุปกรณ์ในการทดลองให้กับนักเรียน
13. การเขียน หมายถึง การที่ครูอธิบายโดยใช้กระดานดำ

พฤติกรรมของนักเรียน

14. นักเรียนตอบคำถาม หมายถึง การพูดของนักเรียนเพื่อตอบคำถามของครู
15. นักเรียนแสดงความคิดริเริ่ม หมายถึง การที่นักเรียนแสดงความคิดริเริ่มโดยเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนหรือกิจกรรมที่สนใจ รวมถึงการใช้คำถามต่างๆ
16. นักเรียนอ่าน หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนโดยการอ่านจากตำราที่เกี่ยวกับบทเรียนหรืออ่านข้อมูลจากการทดลอง
17. นักเรียนสาธิตการทดลอง หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนที่ออกมาสาธิตการใช้เครื่องมือเกี่ยวกับการทดลองต่างๆ
18. นักเรียนทดลอง หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนขณะทำการทดลองสังเกตการทดลอง
19. นักเรียนจดบันทึกข้อมูล หมายถึง การที่นักเรียนเป็นผู้บันทึกข้อมูลจากครูเสนอให้จากการทดลองรวมถึงการคำนวณของนักเรียน
20. พฤติกรรมที่ไม่เกี่ยวกับบทเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่ไม่เกี่ยวกับบทเรียนซึ่งไม่อาจจะจำแนกพฤติกรรมในขณะนั้นเข้าอยู่ในประเภทใดได้ รวมถึงความเจ็บและความล้าสั่นวุ่นวาย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง โดยศึกษาจากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับ "การสอนเพื่อให้เกิดมโนคติที่ถูกต้อง" ของ DeCecco (1968), Tyler (อ้างถึงใน Hoover, 1965), คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ของทบวงมหาวิทยาลัย และ แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอนของดิลก อุทุนติ (2523) ซึ่งแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้เป็นแบบการจดบันทึกพฤติกรรมอย่างละเอียด ซึ่งสร้างขึ้นโดยยึดวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาพฤติกรรม การสอนของครู ในด้านการสอนเพื่อก่อให้เกิดมโนคติที่ถูกต้อง และศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ มโนคติของนักเรียน

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยในประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนคติที่คลาดเคลื่อนวิชาวิทยาศาสตร์ปรากฏว่าส่วนมากเป็นการศึกษาระดับมัธยมศึกษา ผู้วิจัยจึงขอเสนองานวิจัยในระดับมัธยมศึกษา ดังนี้

จิตติมา สุขภินนตรี (2531) ทำการศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 สังกัดกรมสามัญศึกษา จำนวน 318 คน ที่เรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ สุ่มมาจากโรงเรียนในจังหวัดสุราษฎร์ธานี โรงเรียนละ 1 ห้อง ได้ทั้งหมด 11 ห้อง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางชีววิทยา จำนวน 39 ข้อ แบ่งได้เป็น 2 ตอน คือ ตอนแรกเป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก พร้อมเหตุผลประกอบ จำนวน 35 ข้อ และอีก 4 ข้อ เป็นแบบทดสอบแบบอธิบาย การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าสถิติไคสแควร์ (χ^2 - test) ผลการวิจัยพบว่า

1) นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ (การออสโมซิส แอคทีฟทรานสปอร์ต การแพร่) การสืบพันธุ์ (การแบ่งเซลล์ การสืบพันธุ์ของพืช การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ การสืบพันธุ์ของสัตว์) การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (การถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรม 2 ลักษณะ มัลติเปิลอัลลีลส์ โปลัยยีนิ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมลักษณะเดียว สิ่งแวดล้อมและพันธุกรรม การถ่ายทอดลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์ ไฮโมไซกัสยีน ลักษณะด้อย ลักษณะเด่น) และการสร้างอาหารของพืช (บทบาทและหน้าที่ของคลอโรฟิลล์และพลังงานแสงสว่างในการสร้างอาหารของพืช บทบาทและหน้าที่ของน้ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการสร้างอาหารของพืช ผลผลิตที่ได้จากการสร้างอาหารโดยใช้แสงของพืช

2) มโนคติที่คลาดเคลื่อนระหว่างเพศชายและเพศหญิง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ยกเว้นมโนคติเรื่อง การแพร่ และสิ่งที่ได้จากการสร้างอาหารด้วยแสงของพืช ซึ่งนักเรียนชายมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนมากกว่านักเรียนหญิง มโนคติที่คลาดเคลื่อนระหว่างนักเรียนที่มาจากโรงเรียนที่มีขนาดแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สสวท. (2532) ได้ศึกษาแนวความคิดที่คลาดเคลื่อน และความเข้าใจผิดในบทเรียนเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้น ม.6 สายสามัญ ปีการศึกษา 2530 ที่เลือกเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 1,297 คนจากโรงเรียน ซึ่งกระจายอยู่ในภาคต่าง ๆ จำนวน 29 โรงเรียน โดยมีจุดประสงค์เพื่อสำรวจและวิเคราะห์ แนวความคิดที่คลาดเคลื่อน และความเข้าใจที่ผิดเฉพาะบทเรียน เรื่อง การสร้างอาหารของพืช และกลไกการสังเคราะห์ด้วยแสง

เครื่องมือที่ใช้วิจัยเป็นแบบทดสอบให้นักเรียนตอบ และแสดงเหตุผลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วนำคำตอบและเหตุผลนั้นมาจัดลำดับแนวความคิดออกเป็น 4 กลุ่มคือ

1) แนวความคิดที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกและให้เหตุผลถูกต้องตรงองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวความคิด

2) แนวความคิดที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกและให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละแนวความคิด

3) แนวความคิดที่คลาดเคลื่อน (Misconceptions) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูก แต่การให้เหตุผลมีบางส่วนที่ถูกต้อง และบางส่วนผิด

4) ความเข้าใจผิด (Misunderstanding) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลของนักเรียนไม่ถูกต้อง

ผลการวิจัยพบว่า

1) เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างการรับและปล่อยก๊าซ O_2 และ CO_2 แบ่งได้เป็น 3 เรื่องย่อย คือ

1.1 การหายใจของพืชและสัตว์ มีจำนวนร้อยละ 68.92 ที่มีแนวความคิดที่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 5.12 มีแนวความคิดที่ไม่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 25.21 มีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อน ร้อยละ 0.74 มีความเข้าใจผิด

1.2 การรับและปล่อยก๊าซของพืช และสัตว์ในขณะที่มีแสง นักเรียนร้อยละ 3.76 ที่มีแนวความคิดที่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 91.18 ที่มีแนวความคิดที่ไม่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 4.36 มีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อนและร้อยละ 0.68 มีความเข้าใจผิด

1.3 การรับและปล่อยก๊าซของสัตว์และพืช ในกรณีที่ไม่มีแสง นักเรียนจำนวนร้อยละ 44.24 มีแนวความคิดที่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 41.80 มีแนวความคิดที่ไม่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 11.95 มีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อน ร้อยละ 2.00 มีความเข้าใจผิด

2) เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงในระดับโมเลกุล ประกอบด้วย 7 เรื่องย่อย คือ

2.1 การอธิบายผลการทดลองที่เกิดขึ้น ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ในภาวะที่ไม่มีแสง นักเรียนจำนวนร้อยละ 4.78 มีแนวความคิดที่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 64.02 มีแนวความคิดที่ไม่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 7.10 มีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อนและร้อยละ 24.10 มีความเข้าใจผิด

2.2 การอธิบายการทดลองที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เมื่อให้แสงแต่ไม่ให้ $NADP^+$, P, และ APD นักเรียนร้อยละ 0.12 มีแนวความคิดที่สมบูรณ์จำนวนร้อยละ 45.73 มีแนวความคิดที่ไม่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 31.97 มีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อน

และร้อยละ 22.16 มีความเข้าใจผิด

2.3 การอธิบายเหตุผลของการตรวจไม่พบน้ำตาลและ Pi ในชุดการทดลองแบ่งออกเป็น 2 เรื่องย่อย คือ

1) การอธิบายเหตุผลของการตรวจไม่พบน้ำตาลในชุดการทดลองนักเรียนร้อยละ 62.59 มีแนวความคิดที่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 20.92 มีแนวความคิดที่ไม่สมบูรณ์จำนวนร้อยละ 2.04 มีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อน และจำนวนร้อยละ 14.45 มีความเข้าใจผิด

2) การอธิบายเหตุผลของการตรวจไม่พบ Pi ในชุดการทดลอง นักเรียนจำนวนร้อยละ 0.37 มีแนวความคิดที่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 66.10 มีแนวความคิดที่ไม่สมบูรณ์จำนวนร้อยละ 1.46 มีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อน และจำนวนร้อยละ 31.71 มีความเข้าใจผิด

2.4 การอธิบายการทดลองที่เกิดขึ้น ในกระบวนการสังเคราะห์แสง เมื่อไม่เติมก๊าซ CO_2 นักเรียนจำนวนร้อยละ 37.11 มีแนวความคิดที่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 26.67 มีแนวความคิดที่ไม่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 4.25 มีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อนและจำนวนร้อยละ 31.96 มีความเข้าใจผิด

2.5 การอธิบายเหตุผลการทดลองที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์แสง ถ้าให้แสงในปฏิกิริยาที่ไม่ใช้แสง นักเรียนจำนวนร้อยละ 37.44 มีแนวความคิดที่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 11.51 มีแนวความคิดที่ไม่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 10.64 มีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อน และจำนวนร้อยละ 40.37 มีความเข้าใจผิด

2.6 การอธิบายการเกิด O_2 ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ไม่มีนักเรียนผู้ใดที่มีแนวความคิดที่สมบูรณ์ นักเรียนจำนวนร้อยละ 66.77 มีแนวความคิดที่ไม่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 0.46 มีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อน และจำนวนร้อยละ 74.02 มีความเข้าใจผิด

2.7 บทบาทของคลอโรฟิลล์ และคลอโรพลาสต์ นักเรียนจำนวนร้อยละ 7.51 มีแนวความคิดที่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 18.00 มีแนวความคิดที่ไม่สมบูรณ์ จำนวนร้อยละ 0.46 มีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อน และจำนวนร้อยละ 74.02 มีความเข้าใจผิด

Suksin.S (1990) ได้ทำการศึกษาโมเมนต์และโมเมนต์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการสังเคราะห์แสง กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 500 คน ที่เรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่มีผลการเรียนต่ำทางชีววิทยา มีนักเรียนระดับ 10 จำนวน 250 คน ระดับ 11 จำนวน 250 คน ซึ่งมาจาก 3 โรงเรียนในจังหวัดขอนแก่น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ชนิด two-tier multiple choice diagnostic test จำนวน 20 ข้อ ซึ่งครอบคลุมมโนติยอยในเรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.76 โดยใช้สูตร KR 20 การวิจัยพบว่า นักเรียนทั้ง 2 ระดับเข้าใจมโนติได้ถูกต้อง 2 ข้อ บางคนเข้าใจมโนติจำนวน 4 ข้อ มีส่วนน้อยที่เข้าใจมโนติจำนวน 12 ข้อ ไม่เข้าใจ

มโนคติเลย จำนวน 2 ข้อ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช จากปัญหา จำนวน 20 ข้อ พบว่ามี 8 ข้อ ที่นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนอีก 12 ข้อ นักเรียนเข้าใจมโนคติได้อย่างถูกต้องซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wandersee (1983) ได้ศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช ในระดับ 5, 8, 11 และนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ของวิทยาลัย พบว่า นักเรียนแต่ละระดับชั้นมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องการสังเคราะห์ แสงแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นาพร แถวโนงิ้ว (2536) ได้ศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องโลกสีเขียว ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์มโนคติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์เฉพาะบทเรียน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และการลำเลียงน้ำและแร่ธาตุของพืช เครื่องมือที่ใช้วิจัยเป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย ให้นักเรียนตอบพร้อมและแสดงผล ผลการวิจัยพบว่า

1.1 มโนคติเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (AC) มากที่สุดคือ มโนคติเรื่อง บทบาทของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช คิดเป็นร้อยละ 57.28 นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุดคือมโนคติเรื่อง หน้าที่ของใบในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช คิดเป็นร้อยละ 10.67

1.2 มโนคติเรื่องการลำเลียงน้ำและแร่ธาตุของพืช นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (AC) มากที่สุดคือ มโนคติเรื่อง หน้าที่ของใบในการคายน้ำของพืช คิดเป็นร้อยละ 52.42 นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุดคือ มโนคติเรื่องการแพร่ คิดเป็นร้อยละ 27.18

1.3 มโนคติที่คลาดเคลื่อนระหว่างนักเรียนหญิงและนักเรียนชาย ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยกเว้นมโนคติเรื่อง หน้าที่ของใบในการคายน้ำของพืช นักเรียนหญิงมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คิดเป็นร้อยละ 63.46 มากกว่านักเรียนชาย (มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คิดเป็นร้อยละ 41.17)

2.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์มีดังนี้

Iona (1974) ได้เสนอ ความเข้าใจคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ต่อที่ประชุม (NSTA) ที่ชิคาโก (Chicago) ซึ่งสรุปผลการอภิปรายในที่ประชุมว่า ครูส่วนใหญ่ไม่สามารถแก้ไขความรู้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้ จำเป็นต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาช่วยกันแก้ไข แต่เนื่องจากครูส่วนใหญ่สอนหลายวิชา จึงไม่สามารถจะให้ความเชี่ยวชาญในแต่ละสาขาได้

Griffith and Preston (1989) ทำการศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเกรด 12 ในเรื่องลักษณะโครงสร้างพื้นฐานของ อะตอม และ โมเลกุล วิธีการวิจัยกระทำโดยการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล แบบกึ่งโครงสร้าง (semi-structured individual interviews) กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนจำนวน 30 คนที่มีระดับความสามารถและประวัติการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน มโนคติที่ใช้ในการสัมภาษณ์ทั้งหมด 52 มโนคติ ซึ่งเป็นทั้งแบบสัมภาษณ์และแบบที่ให้นักเรียนเขียนรายงาน มโนคติเหล่านี้ประกอบไปด้วยเรื่องน้ำหนัก พันธะและพลังงานของโมเลกุล โครงสร้างของโมเลกุล รูปร่าง ขนาด น้ำหนักและความเชื่อในการสังเกตเห็นรูปร่างของอะตอม ผลการวิจัยพบว่า มโนคติที่คลาดเคลื่อนในหลาย ๆ มโนคติ พิสูจน์ให้เห็นเป็นอย่างเดียวกันได้ว่า เป็นเส้นขนานกับประวัติศาสตร์แห่งความคิดทางวิทยาศาสตร์

Sauder (1993) ทำการศึกษสาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่อง การหายใจ โดยใช้ครูผู้สอนเป็นปัจจัยสำคัญในการศึกษาในครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างเป็นครูจากแอฟริกาใต้จำนวน 136 คน วิธีการวิจัยกระทำโดย ให้ครูตอบคำถามโดยการทำเครื่องหมายและเขียนเป็นความเรียงเกี่ยวกับแนวความคิดที่คลาดเคลื่อนโดยทั่ว ๆ ไป ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนเกรด 12 จากผลการวิเคราะห์คำตอบของครู พบว่า ครูจำนวนมากเสนอแนะว่า ตัวครูเองอาจมีส่วนทำให้นักเรียนเกิดแนวความคิดที่คลาดเคลื่อนได้

Mungsing (1993) ได้ทำการศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และการใช้วิธีการสอนเพื่อเปลี่ยนมโนคติที่คลาดเคลื่อน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ หามโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการสอน 2 แบบ คือ การสอนที่ครูพัฒนาการสอนด้วยตนเองตามหลักสูตรในปัจจุบัน (Current Self-Developed Teaching Approach) กับการสอนที่ครูผู้สอนร่วมมือวางแผนการสอนกับนักวิจัย (Cooperatively Designed Teaching Approach) ตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 115 คน จากโรงเรียน 3 แห่งในจังหวัดขอนแก่น ซึ่ง 1 ใน 3 ห้องนั้นจะใช้วิธีการสอนแบบการสอนที่ครูผู้สอนร่วมมือวางแผนการสอนกับนักวิจัย ส่วนนักเรียนอีก 2 ห้องที่เหลือ จะใช้วิธีการสอนแบบที่ครูพัฒนาการสอนด้วยตนเองตามหลักสูตรในปัจจุบัน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบทดสอบข้อเขียน (Written tasks) ซึ่งดำเนินการวิจัยโดยให้นักเรียนทำข้อสอบข้อเขียนและทำการสัมภาษณ์นักเรียน โดยกระทำก่อนและหลังการสอน เพื่อหาเหตุผลที่นักเรียนใช้ตอบข้อสอบ ทำการสังเกตการเรียนการสอน (Classroom observation) และผู้วิจัยร่วมมือกับครูผู้สอนในการเขียนแผนการสอน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติแบบ one - way ANOVA's และ multiple analysis of variance (MANOVA)

ผลการวิจัย พบว่า

1. นักเรียนไทยก็มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เช่นเดียวกับนักเรียนอื่นๆ ที่มีผู้ศึกษามาก่อนแล้ว
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบที่ครูผู้สอนร่วมมือวางแผนการสอนกับนักวิจัยมีผลสัมฤทธิ์ดีกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบที่ครูพัฒนาการสอนด้วยตนเองตามหลักสูตรในปัจจุบัน
3. จากการวิเคราะห์การรับรู้ โหมดิของนักเรียน พบว่า ครูที่สอนแบบพัฒนาการสอนด้วยตนเองตามหลักสูตรในปัจจุบัน ไม่ตระหนักต่อมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเท่าที่ควร ส่วนครูที่วางแผนการสอนกับนักวิจัย จะประสบผลสำเร็จในการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนขึ้นเรื่อยๆ เป็นระยะๆ และยังมีการสังเกตเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงแก้ไขมโนทัศน์ของนักเรียนเป็นสิ่งที่ยากลำบาก

งานวิจัยเกี่ยวกับมโนคติเรื่องระบบนิเวศมีผู้ทำการศึกษาไว้ดังนี้

E., Ola (1985) ได้ทำการศึกษา มโนคติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องระบบนิเวศ กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาในครั้งนี้เป็นนักเรียนในจีเรีย จำนวน 232 คน พบว่า นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในหัวข้อดังต่อไปนี้คือ 1) สายใยอาหาร 2) การถ่ายทอดพลังงาน 3) พีระมิดของสิ่งมีชีวิต

Griffiths and Grant (1985) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนในเรื่องลำดับของสิ่งมีชีวิตในโซ่อาหาร เชื่อมโยงไปถึงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ซึ่งมีคำถามในการวิจัยดังนี้ 1) นักเรียนจะใช้ความสามารถในการตัดสินใจอย่างไรเมื่อเราเปลี่ยนขนาดของประชากรตัวหนึ่ง ในลำดับขั้นของสิ่งมีชีวิตในสายใยอาหาร (โดยการสมมุติ) 2) นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ในเรื่องนี้อย่างไรบ้าง

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ถูกต้อง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงชนิดของสิ่งมีชีวิตในลำดับขั้นของสายใยอาหารในระบบนิเวศ

Cho et al. (1985) ทำการศึกษาแหล่งที่ทำให้เกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนจากหนังสือ ชีววิทยา 3 เล่ม คือ An Ecological Approach (BSCS, 1978) An Inquiry into life (BSCS, 1980) ทำการทดสอบกับนักเรียนสายชีววิทยา พบว่าหนังสือทั้ง 3 เล่มเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักเรียนเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้ โดยเฉพาะเนื้อหาเรื่องพันธุกรรม

Edmund-A (1986) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องสายใยอาหารและระบบนิเวศ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนชีววิทยา จำนวน 58 คน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องนี้อยู่มาก

Gallegos , Jerezano and flores (1994) ได้ศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องโครงสร้างของสายใยอาหารในระบบนิเวศ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 4, 5 และ 6 ซึ่งมีอายุระหว่าง 9-10 ปี จำนวน 506 คน จากเม็กซิโก ซึ่งเขาได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหยื่อกับผู้ล่า

ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการจัดจำแนกสัตว์จำพวกที่กินพืชเป็นอาหาร (herbivorous) และสัตว์ที่กินสัตว์เป็นอาหาร (carnivorous) โดยใช้ขนาดและความดุร้าย เป็นเกณฑ์ จากมโนคตินี้ มีผลต่อการเขียนแผนผังแสดงห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหาร ซึ่งทำให้นักเรียนเลือกสัตว์ตามขนาดและความดุร้ายของสัตว์ ไว้ในลำดับขั้นสูงสุดของสายใยอาหาร

ผลการวิจัยดังที่กล่าวมาแล้ว แสดงให้เห็นว่า ในต่างประเทศได้มีผู้สนใจและทำการวิจัยเกี่ยวกับมโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์ในสาขาต่าง ๆ พบว่าการที่ผู้เรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนมีสาเหตุเนื่องมาจากตัวผู้เรียนเอง ประสบการณ์ที่ได้รับในชีวิตประจำวัน หนังสือแบบเรียนหรือจากการสอนของครู การแก้ไขมโนคติที่คลาดเคลื่อน เพื่อให้เกิดมโนคติที่ถูกต้องแก่ผู้เรียน จำเป็นต้องอาศัยครูที่เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาของมโนคติที่คลาดเคลื่อน และจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาและตัวผู้เรียนด้วย