

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องการศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชุมพร ได้มีการศึกษาเอกสารและรายงานการวิจัยในหัวข้อดังต่อไปนี้

มโนคติ

ความหมายของมโนคติ

ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์

การสร้างมโนคติ

ประเภทของมโนคติ

การสอนเพื่อให้เกิดมโนคติ

มโนคติที่คลาดเคลื่อน

ความหมายของมโนคติที่คลาดเคลื่อน

ลักษณะของมโนคติที่คลาดเคลื่อน

สาเหตุการเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน

แนวทางในการขจัดมโนคติที่คลาดเคลื่อน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยภายในประเทศ

งานวิจัยในต่างประเทศ

มโนคติ

1. ความหมายของมโนคติ

คำว่า “มโนคติ” มาจากศัพท์ภาษาอังกฤษว่า “Concept” บางคนใช้คำว่า ความคิดรวบยอด มโนทัศน์ สังกัป มโนภาพ คอนเซปต์ ซึ่งเป็นคำที่มีความหมายเดียวกัน

ภพ เลาหไพบูลย์ (2534 : 3) ได้กล่าวว่า มโนคติเป็นเรื่องของแต่ละบุคคล การที่บุคคลใดบุคคลหนึ่งจะนำการรับรู้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของเขาทำให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้นทำให้เขามีความรู้ขึ้น แต่ละบุคคลย่อมมีมโนคติเกี่ยวกับวัตถุ

หรือประสบการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์และวุฒิภาวะของบุคคลนั้น และยังสามารถให้ความหมายของมโนคติไว้ว่าหมายถึง ความรู้ความเข้าใจของแต่ละบุคคลเกี่ยวกับวัตถุ หรือประสบการณ์ต่างๆ โดยนำการรับรู้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม

นอกจากนี้นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของมโนคติไว้ เช่น

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์

(ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525 : 28) ให้ความหมายว่า หมายถึง ความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับ สิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งอันเกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุป หรือคำจำกัดความของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

วิไลวรรณ ตรีศรีชนะนะมา (2537 : 49) ให้ความหมายว่า หมายถึง แนวคิดสำคัญที่ได้ จากการสรุปหรือกลั่นกรองจากข้อมูลหรือข้อเท็จจริง การสรุปอาจจะเป็นถ้อยคำ หรือประโยค กระทัดรัดและสื่อความหมายได้ หรืออาจสรุปออกมาเป็นกลุ่มเป็นประเภทในรูปแบบใดแบบหนึ่ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล

นวนลจิตต์ เขาวกีรติพงษ์ (2537 : 55) ให้ความหมายว่า หมายถึง ความเข้าใจทั้งหมด ที่มีต่อสิ่งของ หรือสภาพการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ...ความคิดรวบยอดนี้จะอยู่ในรูปของนามธรรม เกิดจากผลสรุปการรับรู้ลักษณะของสิ่งนั้นๆ

มานิดา เพชรรัตน์ (2531 : 44) ให้ความหมายว่า หมายถึง ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งของหรือประสบการณ์ต่างๆ โดยการนำเอาการรับรู้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์ของแต่ละบุคคล

บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ (2523 : 7) ให้ความหมายว่า หมายถึง การสรุปความคิดของคนเป็นผลจากการรับรู้ของคนที่มีต่อสิ่งต่างๆ หรือเรื่องราวที่เกิดขึ้นกับคนในธรรมชาติและสังคม เป็นความคิดหลายชั้นหลายระดับนับตั้งแต่เรื่องง่ายๆธรรมดาไปสู่ความคิดที่ยุ่งยากสลับซับซ้อนมี ลักษณะเป็นนามธรรมที่คนเรารับรู้จากประสาทสัมผัสกลายเป็นประสบการณ์ที่คนแปลความหมาย แทนได้อีกต่อหนึ่ง จัดหมวดหมู่ หรือแยกประเภท หรือบอกลักษณะโดยทั่วไปเหล่านี้เป็นต้น

อาคม จันทสุนทร (2522 : 47) ให้ความหมายว่า หมายถึง ความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งอันเกิดจากการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือ เรื่องนั้นหลายๆอย่าง หลากๆแบบแล้วได้ใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นมาจัดเป็นพวกให้ เกิดความคิดความเข้าใจ โดยสรุปรวมในสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น

เดอ เคดโค (De Cecco , 1968 : 388) ให้ความหมายว่า มโนคติหมายถึงประเภทหรือ ชนิดของสิ่งเร้าที่มีลักษณะต่างๆร่วมกัน สิ่งเร้าเหล่านี้อาจเป็นสิ่งของ เหตุการณ์ต่างๆ หรือบุคคล

ก็ได้

โรเทินเบิร์ก (Rothenberg, 1985 : 500) ให้ความหมายว่า มโนคติหมายถึง ความคิดที่ประกอบด้วยแนวคิดต่างๆซึ่งมีลักษณะพิเศษและมีความสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล

ฟิลด์แมน (Fieldman, 1987 : 210) ให้ความหมายว่า มโนคติหมายถึง การจัดกลุ่มสิ่งของ เหตุการณ์ หรือ คน ที่มีคุณสมบัติคล้ายกันไว้ด้วยกัน

วิชัย ราษฎร์ศิริ (2522 : 106) ให้ความหมายว่า หมายถึง ความคิดหรือความเข้าใจขั้นสุดท้ายที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เรื่องใดเรื่องหนึ่ง ในระยะเวลาหนึ่ง มโนคติจะเปลี่ยนแปลงไปได้ถ้าผู้เรียนมีประสบการณ์เพิ่มขึ้น มีวุฒิภาวะเพิ่มขึ้น

दनัย ไชโยธธา (2534 : 20) ให้ความหมายว่า หมายถึง สาระสำคัญที่สุดที่ผู้สอนต้องการจะเน้น หรือเรียกสั้นๆว่าแก่นของเรื่องนั้นๆ

จักรพงษ์ แพทย์หลักฟ้า (2537 : 19) ให้ความหมายว่า หมายถึง กลุ่มของเหตุการณ์หรือสิ่งแวดล้อมที่มีลักษณะบางประการ หรือหลายประการร่วมกันอยู่ อาจเป็นวัตถุ สิ่งของสิ่งมีชีวิตตลอดจนดินฟ้าอากาศหรืออื่นๆ

อำนาจ เจริญศิลป์ (2537 : 149) ให้ความหมายว่า หมายถึง ความคิดเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งเป็นผลสรุปที่ได้จากลักษณะเด่นๆหลายๆประการที่เกี่ยวกับสิ่งนั้น

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540 : 53) ให้ความหมายว่า หมายถึง การสังเคราะห์หรือบอกความสัมพันธ์ในเชิงตรรกศาสตร์จากข้อมูลที่ตรงประเด็น เป็นผลผลิตจากการใช้จินตนาการการตัดสินใจอย่างมีเหตุผลของผู้เรียน มโนคติเป็นสิ่งที่ซับซ้อนกว่าการรวบรวมความรู้ที่เป็นระบบอยู่แล้วเพื่อความเข้าใจในเรื่องที่กำลังสนใจศึกษา

จะเห็นได้ว่ามโนคติเป็นพื้นฐานอันสำคัญของการคิดซึ่งจะนำไปสู่ความเข้าใจต่อสรรพสิ่งรอบตัว จึงนับว่าเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่งที่ต้องมุ่งสร้างให้เกิดขึ้นกับมนุษย์ทุกคน เพื่อที่จะสามารถใช้มโนคติเป็นพื้นฐานสำหรับสร้างความเข้าใจร่วมกันระหว่างมนุษย์เกี่ยวกับเรื่องต่างๆได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่อยู่ในวัยศึกษาเล่าเรียนสมควรอย่างยิ่งที่ต้องมีการเน้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างมโนคติได้ เพราะมโนคติเป็นพื้นฐานของเขาสำหรับเรียนรู้สิ่งต่างๆได้ดียิ่งขึ้น จากความหมายของคำว่ามโนคติตามที่นักการศึกษาแต่ละท่านได้ให้ไว้แล้ว ผู้วิจัยพอที่จะกล่าวโดยสรุปได้ว่า มโนคติหมายถึง “ความคิดรวมสุดท้ายที่บอกให้ทราบถึงลักษณะใดลักษณะหนึ่งของวัตถุ สิ่งของ หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยอาศัยประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งที่ได้รับมาประมวลเข้าด้วยกัน”

2. ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์

มโนคติทางวิทยาศาสตร์มีทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมมีความเชื่อมโยงต่อเนื่องกันไปอย่างลึกซึ้งตลอดเวลา มโนคติหนึ่งอาจจะเกิดจากการนำเอามโนคติหลายๆมโนคติมาสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล นอกจากนี้มโนคติทางวิทยาศาสตร์ยังเป็นมโนคติที่เกิดจากข้อเท็จจริงที่เน้นหนักในเชิงปริมาณเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำที่สุด ดังนั้นข้อมูลต่างๆทางวิทยาศาสตร์จึงเน้นที่การทดลองซึ่งมีการใช้อุปกรณ์ มีการปรับปรุงอุปกรณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ดียิ่งขึ้นมาเรื่อยๆ จึงเห็นได้ว่ามโนคติทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นสากลซึ่งมีความเกี่ยวเนื่องกับพื้นฐานทางสังคมและวัฒนธรรมเป็นส่วนน้อย มโนคติทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจบทเรียนและความรู้ในระดับสูงได้แจ่มแจ้ง เช่น มโนคติเกี่ยวกับเรื่องมวลสารและความเร็ว ถ้านำมาสัมพันธ์กันก็จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจมโนคติเกี่ยวกับเรื่องแรงได้ (ทบทวมหาวิทยาลัย, 2525 : 29-30) นอกจากนี้ นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

ผดุงยศ ดวงมาลา (2523 : 3) ให้ความหมายเกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง มโนคติที่เกิดจากการนำเอาข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องมาผสมผสานเป็นรูปแบบใหม่ ซึ่งเป็นความคิดหลักของสิ่งนั้น หรือเป็นความคิดโดยสรุปต่อสิ่งนั้น อาจเกิดจากการจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์ก็ได้ เช่น มโนคติเกี่ยวกับโมเลกุล อะตอม เป็นต้น

วราภรณ์ ชัยโสภาส (2521 : 77) ให้ความหมายว่า มโนคติทางวิทยาศาสตร์หมายถึง การเรียนรู้ลักษณะนิยามอาศัยความสามารถในการสังเกตการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การใช้สัญลักษณ์ ในการสื่อความหมาย โดยอาจจะพูดหรือเขียนบอกด้วยข้อความเฉพาะของตนเอง เป็นการเปลี่ยนแปลงจากรูปธรรมเป็นนามธรรมการรวบรวมการรับรู้ที่มีความหมายต่อการเรียนจะช่วยให้นักเรียนสร้างมโนคติทางวิทยาศาสตร์ขึ้นได้ เช่น การบรรยายรูปร่าง ปฏิกิริยาการชนวนการ คุณสมบัติการจัดประเภท การใช้สัญลักษณ์

มังกร ทองสุชาติ (2523 : 2) ให้ความหมายว่า มโนคติทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ระบบสังเคราะห์ (Synthesis) หรือความสัมพันธ์ตามเหตุผล (Logical Relationship) หรือความคิดสำคัญ (Big Idea) ซึ่งรวมข้อเท็จจริง (Fact) และหลักเกณฑ์ (Principle) ของแต่ละบุคคลว่าเข้าใจความสัมพันธ์ในวัตถุ (Objects) หรือสัญลักษณ์ (Symbol) หรือสถานการณ์ (Situation) มากน้อยเพียงใด โดยนัยนี้มโนคติจึงเป็นสิ่งปรุงแต่งขึ้นมาโดยอาศัยเหตุผลและทำให้ข้อเท็จจริงมีความหมายที่จะช่วยให้เกิดประโยชน์ในการคิดขั้นต่อไป

สัว์ฉฉฉฉ ฉฉฉฉฉ (2517 : 77) ให้ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง main idea ที่เรามีต่อสิ่งนั้น เป็นความคิดโดยสรุปต่อสิ่งนั้น เป็นจินตนาภาพที่เกิดขึ้นในใจของเราต่อสิ่งนั้น เป็นจุดสำคัญของสิ่งนั้น เป็นคุณสมบัติหรือลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้นนั่นเอง

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2525 : 247) ให้ความหมายของ มโนคติทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความคิดหลักที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งช่วยให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุ หรือ ปรากฏการณ์ต่างๆ โดยที่ความเข้าใจดังกล่าวจะแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ของบุคคล

ซันด์ และ โทรว์บริดจ์ (Sund and Trowbridge, 1973 : 17) ให้ความหมายของ มโนคติทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง การสร้างมโนภาพจากสิ่งที่ได้กระทำ หรือ รับรู้และสรุปออกมา

จากความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ จะเห็นได้ว่ามโนคติทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้แตกต่างจากมโนคติทั่วไปมากนัก เพียงแต่มโนคติทางวิทยาศาสตร์เป็นการรวบรวมข้อสรุปบนพื้นฐานของเหตุและผล ซึ่งอาศัยข้อเท็จจริงและหลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์

3. การสร้างมโนคติ

อาคม จันทสุนทร (2522 : 48) กล่าวว่า มีนักจิตวิทยาเป็นจำนวนมากที่พยายามอธิบายเกี่ยวกับมโนคติว่ามีลักษณะอย่างไร เป็นมาอย่างไร มีความสำคัญอย่างไร และจะทำให้เกิดได้ดีได้อย่างไร หลายคนพยายามอธิบายว่า มโนคตินั้นเกิดจากการที่คนเรารู้สิ่งเร้าต่างๆ เข้าไปเมื่อรับรู้หลายๆอย่างก็จะเข้าไปจับตพวค หรือกลั่นกรองในสมองเป็นมโนคติและเมื่อพบสิ่งเร้าต่อไปอีกอาจจะตอบสนองต่อสิ่งนั้นโดยมโนคติ

นอกจากนี้ยังมีทฤษฎีของนักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการสร้างมโนคติให้เกิดขึ้น คือ ทฤษฎีของเพียเจต์ (Piaget) เป็นการสรุปขั้นตอนพัฒนาการทางสมองซึ่ง สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540 : 40-42) ได้อธิบายไว้ดังนี้

ขั้นตอนพัฒนาการทางสมองตามทฤษฎีของ เพียเจต์ มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนของการเคลื่อนไหวเชิงประสาทรับรู้ (เกิด - 2 ขวบ)

(Sensorimotor Stage) พัฒนาการทางสมองของมนุษย์ในขั้นตอนนี้เริ่มตั้งแต่อายุแรกเกิดจนกระทั่งประมาณ 2 ขวบ พัฒนาการที่สำคัญในขั้นตอนนี้ได้แก่การกระทำกิจกรรมหรือแสดงพฤติกรรมที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวใช้กล้ามเนื้อสัมพันธ์กับการรับรู้ทางระบบประสาทเด็กจะพัฒนาความสามารถในการคว้าจับและเดินเตาะเตาะไปมาได้ โดยประสานสัมพันธ์กับการเห็น

การได้ยิน และการรับรู้สื่อแบบต่างๆที่มากกระตุ้นความสนใจของเด็ก นอกเหนือจากนี้ในขั้นตอนนี้ เด็กจะเรียนรู้และแยกแยะได้ว่าแขนและมือเป็นส่วนหนึ่งของตัวเอง แต่ที่นอนของตนไม่ได้เป็นเช่นนั้น พัฒนาการที่สำคัญที่สุดอีกอย่างหนึ่งของเด็กในวัยนี้ก็คือ เด็กจะสามารถเรียนรู้ได้ว่าสิ่งทั้งหลายที่ตัวเองได้สัมผัสรับรู้แล้วนั้นมีอยู่จริงและมีตัวตนอยู่อย่างถาวร นั่นก็คือ เด็กจะมองเห็นสิ่งต่างๆว่ามีความเป็นจริงในตัวของมันเองตลอดเวลา แม้ว่าจะหลุดพ้นออกไปจากการรับรู้ทางสายตาของเด็กแล้วก็ตาม ทั้งนี้ เพียเจต์ ได้สังเกตพบพฤติกรรมนี้จากเด็กอายุ 4-5 เดือนที่กำลังเล่นของเล่นอยู่และเมื่อของเล่นกลิ้งห่างออกไปจากสายตาของเด็กไปหลบมุมหรือบังอยู่ด้านหลัง สิ่งอื่นเด็กจะไม่มองหาหรือตามไปเก็บมา ทั้งนี้ของนั้นยังอยู่ในระยะที่มือเอื้อมไปถึง เพียเจต์อธิบายว่าเด็กระยะนี้รับรู้สิ่งต่างๆเท่าที่สายตาของตนมองเห็นเท่านั้นสิ่งใดที่อยู่นอกสายตาออกไป สิ่งนั้นก็จะมีอยู่จริงอีกต่อไป แต่เมื่อเด็กถึงวัย 6-9 เดือนเด็กคนเดียวกันนี้จะเรียนรู้ความมีอยู่จริงของสิ่งต่างๆและมีพฤติกรรมที่แสดงถึงประสบการณ์การเรียนรู้ที่เปลี่ยนไปจากเดิม โดยจะตามไปหยิบของเล่นที่กลิ้งห่างออกไปนอกสายตาลับมาใหม่ ซึ่งถือเป็นพัฒนาการทางความคิดที่สำคัญของเด็กที่อยู่ในวัยของขั้นตอนนี้

2. ขั้นตอนก่อนปฏิบัติการ (2 - 7 ขวบ) (Preoperational Stage) เด็กในขั้นตอนนี้ จะอยู่ในวัย 2 ถึง 7 ขวบ พัฒนาการในขั้นตอนนี้ยังแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนย่อย คือ

2.1 ขั้นก่อนความคิด (2 - 4 ขวบ) (Preconceptual Stage) เด็กในขั้นตอนนี้ เริ่มเรียนรู้สิ่งไว้ในลักษณะของสัญลักษณ์ที่มีความหมาย เช่น เด็กหญิงจะเล่นและดูแลตุ๊กตาของตนเหมือนกับเป็นเด็กหรือเพื่อนเล่นจริงๆในขั้นนี้ไม่ได้มีความหมายว่าเด็กไม่ได้ใช้ความคิด เพียงแต่ว่าความคิดอาจจะไม่สมบูรณ์หรือถูกต้องตามความเป็นจริง

2.2 ขั้นการหยั่งเห็น (4 - 7 ขวบ) (Intuitive Stage) ในขั้นนี้ความคิดของเด็กเริ่มมีเหตุผลมากขึ้นแต่ก็ยังคงยึดบทบาทของการรับรู้ของตนเองเป็นสำคัญมากกว่าที่จะใช้ความคิดเชิงเหตุผล เช่น เด็กจะไม่เข้าใจว่าสิ่งที่มีรูปร่างหรือรูปทรงต่างกันอาจจะมีปริมาตรหรือปริมาตรเท่ากันการรับรู้ร่วมกับความคิดของตนเองจะมีบทบาทสำคัญในกระบวนการทางความคิดของเด็ก

3. ขั้นตอนการปฏิบัติการรูปธรรม (7 - 11 ขวบ) (Stage of concrete Operation) ในขั้นนี้เด็กจะผนวกการเรียนรู้เข้ากับมโนคติ ร่วมกับขบวนการทางความคิดในตัวเด็กเองในลักษณะที่เป็นการเรียนรู้หรือจินตนาการจากวัตถุที่มีอยู่จริงได้แต่จะยังไม่สามารถสร้างมโนคติที่ไม่มี ความสัมพันธ์กับวัตถุจริงได้ เช่น เด็กสามารถคิดและทำเลขบนกระดาษได้เมื่อให้มีจินตนาการถึง ผลไม้จริง แต่จะยังไม่พร้อมที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งที่เป็นนามธรรม (Abstract) หรือตรรกศาสตร์ (Logic) นอกจากนี้เด็กจะมีพัฒนาการความสามารถในการจัดกลุ่มแต่จะยังไม่เข้าใจถึงการจัด

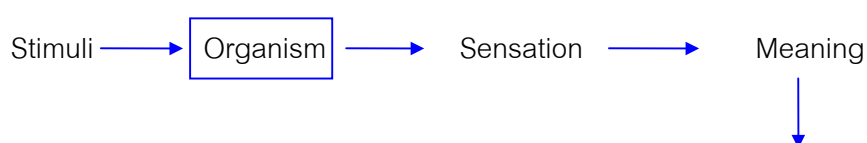
กลุ่มในลักษณะที่เป็นนามธรรม ที่เป็นแบบแผนทั่วไป เด็กในวัยนี้จะสนใจสิ่งต่างๆมากกว่าหนึ่งอย่างในเวลาเดียวกัน (Decentration)

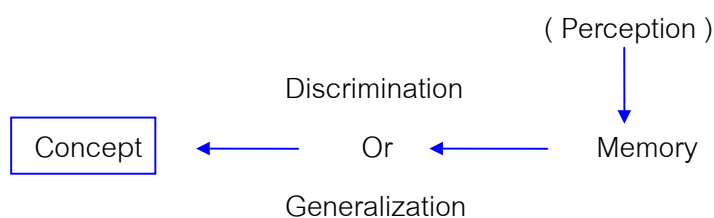
4. ขั้นตอนการปฏิบัติการอย่างเป็นแบบแผน (11 ขวบ - มีวุฒิภาวะ)
(Stage of Formal Operation) ในขั้นนี้เด็กจะมีความสามารถในการสร้างความคิดและมีจินตนาการในลักษณะที่เป็นนามธรรม เป็นแบบแผนได้ สามารถใช้สัญลักษณ์ในความหมายที่เป็นนามธรรม แตกต่างจากประสบการณ์และความเป็นจริงมีความสามารถในการเรียนรู้เกี่ยวกับสมมุติฐานมีจินตนาการที่หลากหลายสำหรับการอธิบายปรากฏการณ์หนึ่งๆและจะพัฒนาความสามารถในการจัดกลุ่มและจำแนกสิ่งของจนเป็นเช่นเดียวกับผู้ใหญ่

ในการสร้างมโนมตินั้น สุวัฒน์ มุทเมธา (2523 : 54-57) มีความเห็นว่า การสร้างมโนมติเป็นสิ่งพิเศษสำคัญยิ่งของมนุษย์ ถ้ามนุษย์ไม่สามารถจะจัดการรวมประสบการณ์ของตนนั้นขึ้นมาเป็นมโนมติและสื่อความหมายกันทางภาษาได้แล้วมนุษย์จะประสบปัญหายุ่งยากเป็นอันมาก เนื่องจากสิ่งแวดล้อมอันเป็นประสบการณ์ของมนุษย์มีมากมาย มนุษย์ต้องจดจำทุกสิ่งทุกอย่างแต่ละสิ่งแต่ละอย่างไปและจะถ่ายทอดสื่อสารแต่ละสิ่งแต่ละอย่างเท่านั้น มนุษย์ไม่สามารถจะรวบรวมเข้าเป็นหมู่เป็นประเภทได้ ไม่สามารถสร้างหลักการต่างๆขึ้นมาได้ ในการสร้างมโนมตินั้นมีกระบวนการสำคัญ ดังนี้

1) บุคคลจะมีมโนมติเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งไม่ได้ถ้าไม่มีประสบการณ์กับเหตุการณ์หรือสิ่งที่ต้องการจะให้มโนมตินั้น

2) การสร้างมโนมติของบุคคลแต่ละคนเป็นผลจากการที่บุคคลนั้นสรุปลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้นๆหรือสรุปโดยอาศัยเหตุผลของข้อมูลจากประสาทสัมผัสและประสบการณ์ต่างๆของตน นอกจากนี้ยังมีแนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างมโนมติของนักการศึกษาหลายท่าน เช่น นวลจิตต์ เขวกีรติพงศ์ (2534 : 55-57) ได้กล่าวโดยสรุปว่า มโนมติจะเกิดขึ้นไม่ได้เลยถ้าไม่มีประสบการณ์ ดังนั้นบุคคลที่มีประสบการณ์ต่างกันย่อมจะมีมโนมติของสิ่งเดียวกันแตกต่างกัน ให้พิจารณาแผนผังการสร้างมโนมติ ดังต่อไปนี้





แผนผังการสร้างมโนคติ (นวลจิตต์ ชาวเกียรติพงศ์, 2534 : 56)

จากแผนผังอธิบายได้ว่าเมื่ออินทรีย์ (Organism) ได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้า (Stimuli) ก็จะมีการรับรู้ (Sensation) และเกิดการตีความหมาย (Meaning) ในขณะที่จะเกิดการรับรู้ อย่างมีความหมาย (Perception) และจดจำ (Memory) ต่อมาเมื่อได้รับสิ่งเร้าใหม่ก็จะเกิดการ แยกแยะความแตกต่าง (Discrimination) สรุปลงเป็นกฎเกณฑ์ของสิ่งที่ได้รับ (Generalization) และสามารถสรุปลงเป็นมโนคติ (Concept) ได้ พร้อมทั้งได้สรุปเกี่ยวกับปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เกิดการ เรียนรู้

มโนคติอย่างมีประสิทธิภาพไว้ ดังนี้

1. สิ่งเร้า ถ้าสิ่งเร้ามีความชัดเจนสมบูรณ์จะช่วยให้บุคคลสามารถแยกแยะ คล้ายคลึง และแตกต่างของวัตถุสิ่งของที่พบใหม่เพื่อจัดให้อยู่รวมหมวดหมู่ หรือแยกออกจากกันได้สะดวกขึ้น
2. ความสามารถในการรับรู้ ตีความหมายและบันทึกความจำ บุคคลที่สามารถรับรู้ และตีความหมายได้รวดเร็วจำได้แม่นยำจะสามารถสร้างมโนคติได้เร็ว
3. ความสามารถในการจำแนกแยกแยะเหตุการณ์ หรือสิ่งเร้า บุคคลที่มีระดับสติ ปัญญาสูงมีความเฉลียวฉลาดย่อมมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆได้รวดเร็วกว่า
4. ความสามารถในการสร้างจินตนาการ บุคคลที่มีความสามารถในการสร้าง จินตนาการได้ดีจะสามารถสร้างมโนคติได้ง่ายเพราะของบางอย่างเป็นนามธรรมไม่อาจมองเห็นได้
5. ความสามารถในการใช้ภาษา บุคคลที่มีความสามารถทางภาษาดีจะสามารถ สื่อสารมโนคติได้ถูกต้องชัดเจน

ทบทวมหาวิทยาลัย (2525 : 31-32) โดยคณะกรรมการพัฒนาการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ มีความเห็นว่า การสร้างมโนคติมีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเพราะการเรียนรู้จะ เริ่มต้นจากการสัมผัสรับรู้ปรากฏการณ์ต่างๆเป็นเบื้องต้นและเมื่อได้รับรู้จากสิ่งที่มีลักษณะร่วมกัน

มีความสัมพันธ์กันเพิ่มขึ้นหลายๆครั้ง นักเรียนก็สามารถนำมาสรุปรวมกันเป็นมโนคติ เมื่อนักเรียนเรียนรู้มากยิ่งขึ้น สะสมมโนคติได้มากขึ้น ก็จะทำให้นักเรียนสามารถนำมโนคติที่รวบรวมไว้นั้นไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนขั้นสูง และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาต่างๆได้ดียิ่งขึ้น ในการสร้าง

มโนคตินั้นครูจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆเกี่ยวกับตัวนักเรียนเสียก่อน ปัจจัยที่สำคัญได้แก่

1. ความพร้อมของนักเรียน การที่นักเรียนจะเกิดมโนคติได้ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับความพร้อมของนักเรียนทั้งทางกาย จิตใจ และสติปัญญา

2. ประสบการณ์เดิมของนักเรียน ประสบการณ์และมโนคติที่นักเรียนมีอยู่เดิมจะเป็นพื้นฐานในการที่จะทำให้เกิดมโนคติในระดับต่อไป ดังนั้นการที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องนั้นมาก่อน ด้วยปริมาณที่มากพอ เช่น เคยเรียนรู้มาแล้วอย่างละเอียดทุกแง่มุม จะเป็นเครื่องช่วยให้เกิดมโนคติได้ดียิ่งขึ้น

3. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ในการที่นักเรียนจะเกิดมโนคติ หรือสรุปรวมข้อมูลได้ดีนั้นจะต้องมีแรงจูงใจ ซึ่งอาจจะเป็นแรงกระตุ้นที่เกิดจากความต้องการในการเรียนรู้ของนักเรียนเอง หรืออาจจะเป็นแรงกระตุ้นที่มีผลเนื่องมาจากเหตุผลทางจิตวิทยาเป็นแรงกระตุ้นที่จะช่วยส่งเสริมการเกิดมโนคติของผู้เรียนได้

นอกจากนี้ครูจะต้องอาศัยหลักการต่างๆหลายๆอย่างในการสร้างมโนคติให้เกิดขึ้นแก่นักเรียน ได้แก่

1. การใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับบทเรียนและวุฒิภาวะของผู้เรียน
2. การจัดประสบการณ์ตรงให้กับผู้เรียน
3. การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ
4. การเลือกใช้วิธีสอนให้เหมาะสมกับบทเรียนและวุฒิภาวะของนักเรียน

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าทั้งวิธีสอนของครูและตัวนักเรียนเองเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งในการที่จะทำให้เกิดมโนคติ มโนคติเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งจะเกิดต่อเนื่องไปไม่มีข้อยุติ และขยายออกไปพร้อมกับการเพิ่มพูนความรู้และประสบการณ์ ดังนั้นกระบวนการสร้างมโนคติจึงมีวิธีการลึกซึ้งมากกว่าการนำข้อเท็จจริงหรือข้อมูลต่างๆมาผสมผสานกันแต่เป็นการนำเอาข้อเท็จจริงหรือข้อมูลต่างๆเหล่านั้นมาสรุปรวมเสียก่อนจึงจะช่วยให้นักเรียนเกิดมโนคติขึ้นได้

มังกร ทองสุขดี (2521 : 97) มีความเห็นว่า การสร้างมโนคติเป็นกรรมวิธีที่เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้าอย่างพินิจพิเคราะห์ เพราะจะต้องค้นหาเพื่อเก็บข้อมูล ข้อเท็จจริงต่างๆนำมา

ศึกษาคุณลักษณะและคุณค่าแล้วนำไปจัดแบบเสียใหม่กรรมวิธีหรือขอบวนการดังกล่าวจะต้องประกอบด้วย

1. การแยกแยะประเภทอย่างพินิจพิจารณา (Discrimination)
2. การจัดประเภท (Categorizing)
3. การประเมินผล (Evaluation)

การสร้างมโนมตินั้นจะเป็นกรรมวิธีที่ดำเนินไปอย่างช้าๆ เพราะมโนมติจะค่อยๆ ปรากฏขึ้นมาเมื่อมีการนำข้อมูลมาจัดระบบเสียใหม่ กรรมวิธีดังกล่าวจะต้องใช้เวลา มโนมติจะปรากฏอย่างรวดเร็ว หรือในทันทีที่ผู้เรียนเกิดความรู้แจ้ง (Insight) หรือมีการยอมรับนับถือ (Recognition) ขึ้นมา ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายหลังที่ใช้เวลาศึกษาค้นคว้ามานานพอสมควร

จากข้อความที่กล่าวถึงการสร้างมโนมติดังกล่าวพอจะสรุปได้ว่า ในกระบวนการสร้างมโนมติเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับความคิด เริ่มตั้งแต่การรับรู้ การสังเกต จำแนก แยกแยะ ประสพการณ์นั้นๆ มีการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมุติฐานที่ตั้งไว้แล้วสร้างเป็นความเข้าใจในลักษณะที่สรุปความเป็นข้อสรุปของสิ่งนั้นๆ

4. ประเภทของมโนมติ

มโนมติอาจแบ่งประเภทได้หลายอย่างทั้งขึ้นอยู่กับเกณฑ์ในการแบ่งแยกของผู้รู้ หรือของนักวิชาการในแต่ละสาขา ดังเช่น

บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ (2523 : 9-10) มีแนวการแบ่งประเภทของมโนมติทั่วไปออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. มโนมติที่มีลักษณะร่วมกัน เป็นประเภทของมโนมติที่มีอยู่เป็นส่วนใหญ่ เรียนรู้ได้ง่ายมีคุณลักษณะร่วมกันหลายอย่าง
2. มโนมติที่เป็นเชิงสัมพันธ์ เป็นมโนมติที่ต้องอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก หรือส่วนของกลุ่มมาพิจารณาคุณลักษณะ หรือคุณค่าผิดแผกแตกต่างกัน แต่สมาชิกที่เป็นส่วนประกอบมีความสัมพันธ์กันในบางลักษณะ
3. มโนมติที่เป็นเชิงวิเคราะห์ เป็นมโนมติที่อยู่บนพื้นฐานของคุณลักษณะที่สังเกตได้จากส่วนของวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว แต่ละอย่างภายในในกลุ่มซึ่งละเอียดซับซ้อนกว่ามโนมติสองประเภทแรก

บรูเนอร์ (Bruner, 1986 : 524-528 อ้างถึงใน ภพ เลหาไพบุลย์, 2534 : 5) ได้จัดประเภทของมโนมติดอกเป็น 3 ประเภท คือ

1. มโนมติที่เป็นคำเชื่อมในทางเดียวกัน (Conjunction Concept) เป็นการรวมคุณลักษณะและคุณค่าเข้าด้วยกัน คำนิยามแบบนี้จะบอกถึงลักษณะใดบ้างที่นำมารวมกันเป็นมโนมติ เช่น คุณลักษณะของน้ำหนัก (Weight) และปริมาตร (Volume) นำมาพิจารณาร่วมกันเพื่อรวมเป็นมโนมติของสสาร (Matters) ถ้าในคำนิยามของสสารว่าเป็นสิ่งที่มีน้ำหนักและต้องการที่อยู่ ซึ่งในตัวอย่างนี้มีการใช้คำสันธานระหว่างคุณลักษณะสองอย่างคือ น้ำหนักและปริมาตร

2. มโนมติที่ใช้เชื่อมในทางตรงกันข้าม (Disjunctive Concept) เป็นการรวมลักษณะโดยใช้คำเชื่อม หรือคำนิยามแบบนี้เป็นการรวมกันของคุณลักษณะเพื่อให้เกิดเป็นมโนมติ เช่น เส้นโลหิต เป็นโครงสร้างที่นำโลหิตออกจากหัวใจ หรือเข้าสู่หัวใจ

3. มโนมติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Relational Concept) เป็นการระบุความสำคัญระหว่างคุณลักษณะที่สำคัญ เช่น สารละลายกรดเป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน มากกว่าไฮดรอกไซด์ไอออน

กาเยต์ (Gagne , 1970 : 56 อ้างถึงใน สุวัฒน์ นิยมคำ , 2531 : 116-118) ได้แบ่งประเภทของมโนมติดอกเป็น 2 ประเภท คือ

1. มโนมติที่เป็นชื่อเรียก (Concrete Concept) หรือมโนมติรูปธรรม หมายถึงประเภทของวัตถุ ประเภทของเหตุการณ์ และประเภทของคุณลักษณะของวัตถุ

2. มโนมติที่เป็นคำจำกัดความ (Defined Concept) หรือมโนมติเชิงนิยาม หมายถึงการให้คำนิยามหรือคำจำกัดความของกลุ่ม ของวัตถุ เหตุการณ์ คุณลักษณะของวัตถุ เช่น พืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะมีมโนมติเชิงนิยามว่า เป็นพืชที่เวลาดอกจะมีใบเลี้ยงออกมาเพียงใบเดียวในแต่ละใบจะมีเส้นใบขนาน

วิไลวรรณ ตริศรีชนะมา (2537 : 49) กล่าวว่า ลักษณะมโนมติแต่ละวิชาอาจจะไม่เหมือนกันแต่จะสรุปได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. ประเภทที่แบ่งตามธรรมชาติ ได้แก่ ความเป็นนามธรรม จำนวนสมาชิกในกลุ่ม การสรุปเกี่ยวกับความแคบกว้าง

2. ประเภทที่แบ่งตามโครงสร้าง ได้แก่ ลักษณะเดิมที่ปรากฏ การแสดงความสัมพันธ์เกี่ยวกับขนาดที่ตั้งและทิศทาง

3. ประเภทที่แบ่งตามหน้าที่ ได้แก่ การตอบสนองต่อสิ่งเร้า หรือเหตุการณ์ หรือพฤติกรรมที่เกิดจากเหตุการณ์นั้นๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าการแบ่งประเภทของมโนมตินั้นสามารถแบ่งได้หลายวิธี หลายแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่นักการศึกษา หรือนักจิตวิทยาใช้ ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งสรุปได้ดังนี้ คือ

1. เกณฑ์การให้ความหมายของแต่ละคน
2. เกณฑ์สมบัติเฉพาะที่ผู้แบ่งประเภทสังเกตได้

5. การสอนเพื่อให้เกิดมโนคติ

คอลลิตี และ ไชแอฟพิททา (Collette and Chaipetta , 1994 อ้างถึงใน สุวิมล เขี้ยวแก้ว , 2540 : 67-69) ได้กล่าวถึงวัฏจักรการเรียนรู้ว่ามี 3 ขั้นตอน คือ การสำรวจ การสร้างมโนคติ และการประยุกต์ ซึ่งขั้นตอนทั้งสามของวัฏจักรการเรียนรู้มีนักการศึกษาได้นำไปปรับใช้และเรียกชื่อแตกต่างกันออกไปหลายแบบ เช่น เรนเนอร์ , แอบราฮัม และ เบอริ่น (Renner , Abraham and Birne , 1985) ใช้ศัพท์ว่า Exploration , Conceptual invention และ Expansion of the idea ส่วน แรคโคว์ (Rakow , 1986) ใช้คำศัพท์ในแต่ละขั้นว่า Exploration phase , Concept introduction และ Concept application

ขั้นตอนของวัฏจักรการเรียนรู้ทั้ง 3 ขั้นตอน คือ

1. การสำรวจ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงได้มีโอกาสสัมผัส มีปฏิริยาโต้ตอบต่อสิ่งเร้า วัตถุ เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ใหม่ๆ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดถึงหลักหรือมโนคติเกี่ยวกับเรื่องนั้นและโยงไปสู่การค้นพบกระสวน (Pattern) และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ ครูจะพยายามสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนจดจ่ออยู่กับสิ่งที่กำลังศึกษามากที่สุด แต่ยังไม่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษาอาจส่งผลให้ผู้เรียนเกิดปัญหาและสามารถแก้ปัญหาได้ได้ด้วยวิธีการที่เขาเคยเรียนรู้มา ครูอาจใช้คำถามเพื่อแนะนำให้นักเรียนศึกษาในแนวทางที่พึงประสงค์ แต่จะไม่ให้คำตอบแก่นักเรียน นักเรียนต้องพยายามวิเคราะห์ช่วยกันอภิปรายและทดสอบทางเลือกต่างๆที่ได้ช่วยกันจัดขึ้นมา หรือทำนายแนวทางที่น่าจะถูกต้อง การสำรวจที่เป็นระบบและการได้ฝึกจนมีทักษะจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสามารถคิดในแบบที่เรียกว่า Hypothetical deduction thinking skills คือมีทักษะในการคิดเชิงตั้งสมมุติฐานนั่นเอง ซึ่งจะประกอบด้วยทักษะย่อยๆ คือ การสังเกต การตั้งสมมุติฐาน และการทดสอบ

2. การสร้างมโนคติ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุหลัก เหตุการณ์ที่ตนได้รับประสบการณ์มาในขั้นสำรวจ ครูอาจให้คำแนะนำเล็กน้อยเพื่อนำความคิดไปสู่แนวทางที่ถูกต้องเสริมกำลังใจให้ผู้เรียนได้พยายามระบุสิ่งซึ่งค้นพบและอาจตามด้วยการที่ครู

แนะนำคำศัพท์ใหม่ให้นักเรียน เช่น “เมแทบอลิซึม” “สัตว์เลือดเย็น” “สมดุล...” เป็นต้น ซึ่งคำเหล่านี้เป็นคำที่ใช้แทนรูปแบบของปรากฏการณ์ที่ผู้เรียนได้ค้นพบในการสำรวจ การนำเสนอคำศัพท์ใหม่นั้นอาจทำได้โดยครูบอกให้ดูจากตำรา แบบเรียน ฉายภาพยนตร์ หรือวิธีการอื่นๆ ก็ได้ แต่ขั้นตอนของการแนะนำคำใหม่เมื่อสร้างมโนคติจะต้องอยู่หลังจากขั้นตอนการสำรวจเสมอ เช่น การสรุปหลังกิจกรรมปฏิบัติการ (Post-lab) ซึ่งเป็นขั้นตอนการสอนที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเสนอแนะในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทย

3. การประยุกต์มโนคติ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนประยุกต์มโนคติใหม่ที่ได้เรียนรู้ซึ่งเกิดในชีวิตประจำวันจากตำรา วารสาร รายการโทรทัศน์ต่างๆ มาแลกเปลี่ยนกันในการเรียนสิ่งต่อไป จะช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความคุ้นเคยกับสิ่งที่ได้เรียนรู้และขยายแวงของความรู้ที่ได้ออกไปสู่ทั้งสถานการณ์ที่คุ้นเคยและแปลกใหม่จะทำให้มีความเข้าใจในมโนคตินั้นได้อย่างกว้างขวางและแม่นยำ ทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนรู้ได้เข้ามีโอกาสปรับความคิดของตนให้ทันกับเพื่อนในชั้นอีกด้วย

ทั้งการสำรวจ การสร้างมโนคติและการประยุกต์มโนคตินั้นมักมีธรรมชาติเป็นเหมือนบันไดเวียน เนื่องจากสิ่งที่ได้เรียนรู้มาก่อนจะเป็นพื้นฐานของการเข้าสู่วัฏจักรการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

จากทฤษฎีวัฏจักรการเรียนรู้ที่ได้นำเสนอดังกล่าวข้างต้นนั้น สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดมโนคติได้อย่างดี นอกจากนี้ยังมีแนวความคิดของนักการศึกษาหลายท่านที่ได้เสนอวิธีการสอนเพื่อให้เกิดมโนคติขึ้น ดังเช่น

นวนลจิตต์ เขาวกีรติพงศ์ (2537 : 59) ได้กล่าวถึงการสอนมโนคติไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้มโนคติได้ดีเมื่อมีโอกาสศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง
2. การนำเสนอสิ่งเร้าที่ชัดเจน การชี้แนะให้เห็นความแตกต่างของสิ่งเร้าที่ชัดเจน และการชี้แนะให้เกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เร็วขึ้น
3. การส่งเสริมความสามารถทางการใช้ภาษาอย่างถูกต้องจะช่วยให้ผู้เรียนแสดงออกถึงการเรียนรู้มโนคติได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้มโนคติได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความคงทนต่อการเรียนรู้เมื่อได้มีโอกาสนำการเรียนรู้มโนคตินั้นไปใช้ประโยชน์

จักรพงษ์ แพทย์หลักฟ้า (2537 : 21) กล่าวว่า การเรียนการสอนตามแบบบรูเนอร์ ผู้เรียนจะเป็นผู้ที่มีบทบาทในการเรียนมากที่สุด คือจะต้องเป็นผู้สังเกตและไตร่ตรองเพื่อค้นหามโนคติ การสอนมโนคติตามแบบบรูเนอร์มีขั้นตอนในการสอน ดังนี้

1. ขั้นอธิบายการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเข้าใจโดยครูจะต้องอธิบายว่าจะนำเสนอข้อมูล 2 ข้อมูล ให้นักเรียนสังเกต เปรียบเทียบ และตั้งสมมุติฐานเพื่อนค้นหาสมมติฐานที่ครูจะสอน
2. ขั้นการนำเสนอตัวอย่างซึ่งมีทั้งข้อมูลตัวอย่างชุดที่ใช่และไม่ใช่ มโนมติที่จะสอนขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องตั้งสมมุติฐานเกี่ยวกับสิ่งที่ใช่เอาไว้ในใจ
3. ขั้นการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของมโนมติ ขั้นนี้ผู้เรียนต้องตั้งคำถามที่ลงท้ายด้วยคำว่า “ใช่ไหม” เพื่อทดสอบสมมุติฐานที่ตนตั้งไว้ถูกต้องหรือไม่ โดยสังเกตจากข้อมูลตัวอย่างที่ให้ทั้งหมดรวมกัน ข้อสมมุติฐานที่ผิดจะถูกทิ้งไป
4. ขั้นการสรุป ขั้นนี้จะต่อเนื่องกับขั้นการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของมโนมติ คือหลังจากจำแนกตัวอย่าง “ใช่” และ “ไม่ใช่” ออกเป็นพวกๆแล้วก็รวบรวมข้อมูลสมมุติฐานของข้อมูลตัวอย่างที่ใช่มโนมติ ที่เป็นจุดหมายการพิจารณาร่วมกันแล้วสรุปว่าเป็นมโนมติของสิ่งใด
5. ขั้นการทบทวนถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหลายและกระบวนการคิดเพื่อให้ได้มาซึ่งมโนมติที่ถูกต้อง

มานิดา เพชรรัตน์ (2531 : 105-107) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการสอนมโนมติซึ่งสรุปได้เป็น 7 ประการ ดังนี้

1. การเน้นลักษณะสำคัญ หรือลักษณะเฉพาะของมโนมติ
2. การใช้ถ้อยคำที่ถูกต้องและเหมาะสม
3. การชี้ให้เห็นถึงธรรมชาติของมโนมติที่จะเรียน
4. การพิจารณาจัดลำดับของการเสนอตัวอย่าง
5. การส่งเสริมและแนะนำให้ผู้เรียนรู้จักเรียนด้วยการค้นคว้า
6. การจัดให้มีการใช้ประโยชน์จากการเรียนมโนมตินั้น
7. การสนับสนุน หรือเร่งเร้าให้มีการประเมินตนเอง

บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ (2523 : 15-16) ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแนวการสอนให้เด็กเกิดมโนมติไว้ ดังนี้

1. จัดประสบการณ์ที่เหมาะสมในสิ่งที่เด็กเรียน ประสบการณ์ที่ได้ผลที่สุดคือ ประสบการณ์ตรงให้เด็กมีโอกาสเห็น สัมผัส สิ่งที่เรียนด้วยตนเองเป็นดีที่สุด
2. การสอนมโนมติที่เป็นนามธรรมควรใช้วิธียกตัวอย่างประกอบให้มากๆ ไม่ควรให้เด็กท่องจำคำจำกัดความ หรือคำนิยาม เพราะการสอนให้ท่องจำนั้นถ้าเด็กไม่เห็นตัวอย่างย่อมไม่มีหลักประกันได้ว่าเด็กจะเกิดมโนมติในสิ่งนั้น
3. ควรให้เด็กมีโอกาสได้ปฏิบัติหรือใช้สิ่งที่เรียนในสถานการณ์ต่างๆ

4. ลดจำนวนคุณลักษณะที่ซับซ้อนลงไป และสอนเฉพาะสิ่งที่ต้องการสอน หรือเน้นเท่านั้น

5. ในการสอนมโนคติแต่ละเรื่องควรสำรวจความพร้อมและพื้นฐานเดิมของเด็กเสียก่อนว่าเด็กมีแคไหน เพียงไร การที่เด็กมีพื้นฐานเดิมจากครอบครัวมาบ้างแล้ว หรือมีพื้นฐานความรู้เดิมดีก็จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนมโนคติได้ดี

6. เด็กจะเรียนรู้ได้เร็วถ้าจัดเนื้อหา หรือสิ่งที่เรียนนั้นให้เหมาะแก่ระดับความคิดของเด็ก เช่น เรียนจากง่ายไปหายาก เริ่มจากสิ่งที่มองเห็นตัวไปเรื่องที่ไม่เห็นตัว การสรุปความคิดของคนในสิ่งโดยย่อมาด้วยพื้นฐานที่เข้าใจง่ายธรรมดาเสียก่อน จึงค่อยเรียนสิ่งที่ยากขึ้นตามลำดับ

7. ภาษา หรือการใช้คำอธิบายเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้เด็กสรุปความคิดในสิ่งที่เรียน การใช้ภาษาง่ายๆ หรือใช้ถ้อยคำที่คุ้นเคย หรือเด็กเคยชินย่อมได้ผลกว่าการใช้ศัพท์ยาก หรือใช้ประโยคซับซ้อน

8. ควรคำนึงถึงขั้นตอนของการสรุปความคิด ควรให้เป็นไปตามลำดับขั้น

สมจิต สวธน์ไพบุลย์ (ม.ป.ป. : 62) ได้เสนอแนะการสอนมโนคติไว้ดังนี้

1. ครูควรสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องให้อยู่ในลักษณะที่น่าสงสัยทำท่าย ยั่วยุคนักเรียนแสวงหาความรู้

2. ครูสร้างคำถามเพื่อนำทางให้นักเรียนไปสู่การแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ คำถามประเภทให้นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์ คาดคะเนคำตอบตามแนวทางของสมมุติฐานแล้วดำเนินการทดสอบหรือพิสูจน์สมมุติฐานและสรุปผล

3. ครูพยายามให้นักเรียนสรุปเป็นมโนคติตามความเข้าใจของตนเองโดยอยู่ภายใต้การดูแลของครู

4. ครูควรจัดสถานการณ์ให้นักเรียนฝึกนามโนคติที่ได้เรียนรู้ไปแก้ปัญหาใหม่เพื่อเสริมสร้างเกี่ยวกับการเรียนรู้มโนคตินั้นๆอย่างกว้างขวางและลึกซึ้งขึ้น

จากแนวความคิดเกี่ยวกับการสอนมโนคตินั้นพอสรุปได้ว่า การสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดมโนคติในเรื่องใดๆนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความพร้อมของผู้เรียน วิธีการสอนของครู ตลอดจนการเลือกใช้สื่อที่เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน นั่นคือต้องคำนึงถึงพัฒนาการทางสมองของผู้เรียนและกระบวนการสอน

จะเห็นได้ว่าในการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดมโนคตินั้นผู้เรียนจะต้องศึกษาค้นคว้า หรือทำกิจกรรมต่างๆด้วยตัวเองมโนคติที่เกิดขึ้นก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนหลายอย่าง เช่น

1. ช่วยลดความซับซ้อนของสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่มากมายหลากหลายในโลกนี้ จัดรวมเข้าเป็นพวกเป็นกลุ่มได้
2. มโนคติช่วยแบ่งแยกประเภทกำหนดสิ่งต่างๆที่อยู่รอบตัวเราทำให้รู้ว่าอะไรเป็นอะไร
3. ช่วยเชื่อมโยงความรู้หรือแนวความคิดเดิมกับมโนคติใหม่ได้ ถ้ามโนคติเดิมแจ่มชัดถูกต้องจะช่วยให้การเรียนรู้มโนคติใหม่สะดวกง่ายเข้า
4. เป็นตัวกำหนดความยากง่ายเนื้อหาแก่ผู้เรียน
5. มโนคติช่วยให้คนรู้จักกำหนดวิธีการที่จะแก้ไขปัญหาต่างๆได้ เพราะสามารถแบ่งแยก วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆแล้วพิจารณาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

มโนคติที่คลาดเคลื่อน

1. ความหมายของมโนคติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์

มโนคติที่คลาดเคลื่อนตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า “Misconception” นอกจากนี้ในภาษาอังกฤษยังใช้คำอื่นที่มีความหมายเช่นเดียวกัน ได้แก่ Alternative frameworks , Preconception , Naive theory , Alternative conception , Erroneous idea และมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของคำว่า “มโนคติที่คลาดเคลื่อนและมโนคติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์”

ไว้หลายท่าน ดังเช่น

กาเบล และ บันซ์ (Gabel and Bunce,1994 : 305 quoted in Schmidt,1997 : 123) ให้ความหมายของมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า หมายถึง ความคิดของนักเรียนที่ต่างจากความหมายอันเป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญ

สุวิมล เขียวแก้ว (2540 : 52) ได้ให้ความหมายไว้ว่า มโนคติที่คลาดเคลื่อนเป็นแนวความคิดความเชื่อในปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นและอธิบายปรากฏการณ์เหล่านั้นตามความรู้สึกของเขาเอง โดยคำอธิบายนั้นแตกต่างจากแนวความคิดที่นักวิทยาศาสตร์จะยอมรับได้

นอกจากนี้นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้ให้ความหมายของแนวความคิดที่คลาดเคลื่อนไว้คล้ายๆกัน ดังนี้

1. ความคิดของนักเรียนหลังการสอนซึ่งแตกต่างจากแนวความคิดที่วงการวิทยาศาสตร์จะยอมรับ

2. ความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ส่วนบุคคลซึ่งไม่สอดคล้องกับสิ่งที่ระบุไว้ในทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3. ความแตกต่างระหว่างความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์กับแนวความคิดที่ยอมรับกันในแวดวงวิทยาศาสตร์

วันเดอร์ซี (Wondersee, 1986 : 581) ให้ความหมายของมโนคติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง มโนคติที่เกิดจากการให้ความหมายโดยที่ไม่ได้รับการยอมรับซึ่งบางครั้งความหมายนั้นไม่ถึงกับผิด

พีเทอร์สัน และ ทรีกัสท์ (Peterson and Treagust, 1989 : 301) กล่าวว่า มโนคติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์เป็นมโนคติที่แตกต่างไปจากแนวคิดที่ได้รับการยอมรับและความมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์อันมีสาเหตุมาจากการสอน

ฮอลลอน และ เฮสเทนส์ (Halloun and Hestenes, 1985 : 1058) ได้ให้ความหมายว่า มโนคติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ส่วนตัวของแต่ละคนซึ่งไม่ตรงกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

จากความหมายของมโนคติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาหลายท่านพอสรุปได้ว่า มโนคติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความคิดความเข้าใจของนักเรียนที่แตกต่างไปจากแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับในทางวิทยาศาสตร์จากผู้ที่ยอมรับผู้เชี่ยวชาญ

2. ลักษณะของมโนคติที่คลาดเคลื่อน

ฟิชเชอร์ (Fisher, 1985 อ้างถึงใน สุวิมล เขี้ยวแก้ว, 2540 : 55) ได้สรุปลักษณะของมโนคติที่คลาดเคลื่อนไว้ดังนี้

1. แตกต่างจากความคิดของผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น
2. นักเรียนจะมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในบางเรื่องที่ตรงกัน
3. มีความคงทนไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยการสอน
4. มโนคติที่คลาดเคลื่อนบางอย่างเป็นแนวความคิดที่ตรงกับนักวิทยาศาสตร์ในสมัยก่อน เช่น โลกแบน
5. มโนคติที่คลาดเคลื่อนจะเป็นแนวทางในการอธิบายปรากฏการณ์ที่มีความคิดเชิงตรรกศาสตร์อย่างเป็นระบบแต่ไม่ถูกต้อง

3. สาเหตุการเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540 : 55-56) ได้สรุปเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อมโนคติที่คลาดเคลื่อนไว้ ดังนี้

1. มีความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ครูสอนกับสิ่งที่นักเรียนเรียนรู้ในด้านต่อไปนี้
 - 1.1 ความรู้ความเข้าใจที่นักเรียนมีอยู่ก่อนจะเข้าสู่บทเรียนกับสิ่งที่ครูคิดว่านักเรียนมีอยู่
 - 1.2 ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ครูต้องการให้นักเรียนสำรวจกับสิ่งที่นักเรียนคิดว่าเป็นปัญหา
 - 1.3 กิจกรรมที่ครูต้องให้นักเรียนกับกิจกรรมที่นักเรียนลงมือปฏิบัติ
 - 1.4 ข้อสรุปของนักเรียนกับข้อสรุปของครู
2. ตำราเป็นแหล่งสำคัญที่ทำให้เกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนเพราะเป็นแหล่งที่นักเรียนใช้ศึกษาเกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์มากที่สุดจากการที่ Cho และ Kahle Nordeland (1985) ได้สำรวจหนังสือชีววิทยาที่ใช้กันมากที่สุดในสหรัฐอเมริกาจำนวน 3 เล่ม คือ BSCS green , BSCS yellow และ Modern Biology ได้ค้นพบว่าสาเหตุของการเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน (Misconception) คือ
 - 2.1 Conceptual Organization โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดลำดับหัวข้อต่างๆ
 - 2.2 ความสัมพันธ์ของแต่ละมโนคติ
 - 2.3 การใช้คำศัพท์
 - 2.4 เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
- ชมิทท์ (Schmidt , 1987) ได้สำรวจหนังสือเคมีที่ใช้กันมากในสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน เพื่อดูมโนคติเกี่ยวกับเปอร์เซ็นต์ของมวลของธาตุที่มีในสารประกอบบวมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเนื่องจากคำอธิบายเกี่ยวกับอัตราส่วนของมวล (Mass Ratio) กับเปอร์เซ็นต์ของมวล (Percentage of mass) ซึ่งอธิบายไม่ชัดเจนนักเรียนซึ่งไม่เข้าใจในจุดนี้ก็จะต้องการคำนิยามเพื่ออธิบายตนเองซึ่งทำให้การคำนวณในเรื่องนี้ผิดพลาดไป
3. การพัฒนาแนวความคิดและสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์ ซึ่งถ้ายังไม่พัฒนาถึง Formal Operational Stage ก็จะทำให้ความเข้าใจกับมโนคติวิทยาศาสตร์บางมโนคติได้ยาก เช่น การคำนวณเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ นักเรียนต้องสนใจตัวแปร 3 ตัว คือ น้ำหนักของสาร

น้ำหนักของสารต่อโมล และจำนวนโมล นักเรียนบางคนไม่สามารถจัดการกับตัวแปร 3 ตัวในเวลาเดียวกันได้จึงไม่สามารถที่จะทำโจทย์คำนวณเกี่ยวกับเรื่องนี้ได้ และตามทฤษฎีของเพียเจต์ เชื่อว่า ความสามารถในการสนใจกับตัวแปร 3 ตัวในเวลาเดียวกันเป็นความสามารถของเด็กในระดับที่สามารถคิดในสิ่งที่ป็นนามธรรมได้

4. ภาษา เนื่องจากมีความแตกต่างระหว่างภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวันกับภาษาทางวิทยาศาสตร์ เช่น ละลาย หลอมเหลว ออกแรงแต่ไม่ได้งาน ทำงานไม่ประสบผลสำเร็จ หรือในภาษาวិทยาศาสตร์ “shared electron pair” หมายถึงคู่อิเล็กตรอนอยู่ในตำแหน่งใดๆระหว่างอะตอมในโมเลกุล ในภาษาอังกฤษ Share แปลว่า เป็นเจ้าของใช้ หรือ endure jointly ดังนั้นเป็นหน้าที่ของครูที่จะชี้ให้เห็นความแตกต่างระหว่างภาษาในชีวิตประจำวันและภาษาที่เป็นบริบท (Context) ทางวิทยาศาสตร์

5. ครูหรือนักศึกษาฝึกสอนมีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อนแม้กระทั่งในมโนทัศน์พื้นฐานอาเมอร์ และ ทาเมอร์ (Amir and Tamir, 1985) พบว่านักศึกษาฝึกสอนจะบอกว่าได้เรียนหัวข้อเหล่านี้มาแล้วและมีความเข้าใจเป็นอย่างดี ดังนั้นถ้าครูมีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อนแล้วแน่นอนว่าจะถ่ายทอดความคิดนั้นสู่นักเรียนได้อย่างรวดเร็วและนักเรียนจะรับไว้อย่างมั่นคง เช่นครูสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาอาจบอกนักเรียนว่าอะไรก็ตามที่ละลายน้ำได้เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะละลายได้ดีขึ้นเสมอ ซึ่งไม่เป็นความจริงเสมอไป

ไพน์ และ เวสต์ (Pines and West อ้างถึงใน ฉันทนา เชาว์ปรีชา, 2532 : 25-26) กล่าวว่า มโนคติที่คลาดเคลื่อนเกิดจากสถานการณ์การเรียนรู้ที่ต่างกัน 3 แบบ คือ

1. มโนคติที่คลาดเคลื่อนอันเกิดจากสถานการณ์ที่ขัดแย้งกัน มี 3 ระยะ ดังนี้
 - 1.1 ระยะของการรับรู้
 - 1.2 ระยะของการไม่สมดุล
 - 1.3 ระยะของการจัดระบบใหม่

ซึ่งในระยะของการรับรู้ครูจะต้องจัดกิจกรรมต่างๆเพื่อชักนำให้สิ่งที่มีอยู่ในตัวนักเรียนปรากฏออกมาในระยะนี้นักเรียนจะนำความรู้ใหม่ๆในขอบเขตของตนและเมื่อไม่พบสิ่งที่เขาพอใจอาจก่อให้เกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้

2. มโนคติที่คลาดเคลื่อนอาจเกิดจากสถานการณ์ที่สอดคล้องกัน เช่น การขยายคำไปสู่ความหมายใหม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความหมายของคำซึ่งมีผลให้เกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้ เช่น ในเรื่องกระบวนการสังเคราะห์แสง และแหล่งอาหารของพืชทำให้เกิดความสับสนและเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้ อาหารของพืชมาจากการที่พืชดูดอาหารจากดิน

3. มโนคติที่คลาดเคลื่อนอันเกิดจากสถานการณ์ที่ให้ความรู้โดยสัญลักษณ์นักเรียนไม่สามารถนำความรู้จากสัญลักษณ์มาสัมพันธ์กับความรู้ที่เกิดขึ้นจริงได้ เช่น การใช้สัญลักษณ์ทางเคมี นักเรียนไม่สามารถมองเห็นภาพจริงของปฏิกิริยาเคมีได้

ออสบอร์น และ เฟรย์เบิร์ก (Osborne and Freyberg , 1985 : 27 อ้างถึงใน ไกรรักษ์ โชติรัตน์ , 2537 : 28) ได้กล่าวสรุปไว้ดังนี้ มโนคติที่เกิดขึ้นจริงในตัวนักเรียนจะแตกต่างจากมโนคติที่ครูต้องการให้นักเรียนมีเป็นสาเหตุให้นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้ ซึ่งมโนคติที่นักเรียนมักจะเข้าใจคลาดเคลื่อนจากที่ครูต้องการ ได้แก่

1. มโนคติที่ได้จากตำราเรียน
2. มโนคติที่เกิดจากการแก้ปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์
3. มโนคติที่เกิดจากการทำกิจกรรม
4. มโนคติที่ได้จากการสรุปความรู้ต่างๆ

4. แนวทางในการขจัดมโนคติที่คลาดเคลื่อน

แกเนียล และ ไอดาร์ (Ganiel and Idar , 1985 อ้างถึงใน สุวิมล เขี้ยวแก้ว , 2540 : 60-61) ได้เสนอแนะแนวทางที่เป็นไปได้ในการขจัดมโนคติที่คลาดเคลื่อนไว้ ดังนี้

1. ครูต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอนเป็นอย่างดี
2. ครูต้องมีความเข้าใจในเรื่องแนวความคิดของนักเรียนที่นำติดตัวมาใช้ในชั้นเรียน และสามารถในการค้นหาแนวความคิดที่คลาดเคลื่อนได้
3. ครูต้องใช้ความพยายามโดยใช้วิธีการที่มีประสิทธิภาพในการชี้ให้นักเรียนเห็นความคลาดเคลื่อนของแนวความคิดที่มีอยู่แล้วครูจึงพยายามจัดการให้นักเรียนมีความเข้าใจในสิ่งที่ถูกต้องซึ่งอาจทำได้โดย

3.1 ครูพยายามใช้คำถามเพื่อสำรวจมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนซึ่งแน่นอนว่าต้องไม่ใช่คำถามที่ต้องการคำตอบจากความจำ แต่เป็นคำถามที่ต้องใช้ความสามารถระดับสูงขึ้นไป เช่น ถามว่า อย่างไร เพราะเหตุใด ตลอดจนคำถามให้ประมาณค่า

3.2 ให้การถามสนองแก่นักเรียนทันทีทันใดว่าแนวความคิดของเขาในเรื่องดังกล่าวนี้มีความถูกต้องแม่นยำเพียงใด

นอกจากนี้เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่าวิธีการสอนที่ช่วยสะล้างมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนนั้นต้องอาศัยพื้นฐานจาก Piaget's motion equilibration ซึ่งอาจเรียกว่าเป็นวัฏจักรการเรียนรู้ (Learning cycle) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1. การสำรวจ (Exploration)
2. การแนะนำคำใหม่ (Term Introduction)
3. การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ (Concept Application)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีโดยตรงพบว่ามีผู้ทำการวิจัยไว้น้อยมาก ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ในแขนงอื่นๆ เช่น ฟิสิกส์ ชีววิทยา วิทยาศาสตร์ทั่วไป และสาขาวิชาอื่น เช่น คณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตามพอจะสรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนคติทั้งของภายในประเทศและต่างประเทศได้ ดังนี้

1. งานวิจัยภายในประเทศ

ชนิดา พลแสน (2533 : บทคัดย่อ) ศึกษา มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดร้อยเอ็ด ในการวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) ศึกษา มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องการแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดร้อยเอ็ด 2) เปรียบเทียบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสอง ระหว่างนักเรียนหญิงกับนักเรียนชาย และ 3) เปรียบเทียบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนที่มีขนาดแตกต่างกัน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1,020 คน ได้จากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Sampling) การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เพื่อหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางและเปรียบเทียบภายหลังโดยวิธีของเชฟเฟ (Scheffe) ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องการแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสองเมื่อสัมประสิทธิ์ของเทอม x น้อยกว่า -1 การแยกตัวประกอบได้สองวงเล็บมีเครื่องหมายต่างกัน และการแยกตัวประกอบในรูปผลต่างกำลังสองโดยที่นักเรียนมีความคลาดเคลื่อนมากเกี่ยวกับการแยกตัวประกอบในรูปผลต่างกำลังสอง
2. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนชายมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากกว่านักเรียนหญิง
3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนระหว่างนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนที่มีขนาดต่างกัน

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดกลางและขนาดเล็กมีความคลาดเคลื่อนทางมโนทัศน์มากกว่านักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดใหญ่

วนิดา มณีวรรณ (2533 : บทคัดย่อ) ศึกษาโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ 4 ในเขตกรุงเทพมหานคร การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ 4 ในเขตกรุงเทพมหานคร 2) เปรียบเทียบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง และ 3) เปรียบเทียบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ศึกษาในโรงเรียนที่มีขนาดแตกต่างกัน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 877 คน ได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Sampling) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง และทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรสองกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ 4 ในเขตกรุงเทพมหานคร มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง อสมการ สูงในมโนทัศน์การแก้อสมการที่เป็นโจทย์ปัญหา การแก้อสมการโดยใช้คุณสมบัติการบวกของการไม่เท่ากัน โดยนำจำนวนลบและจำนวนบวกมาบวกกันทั้งสองข้าง

2. นักเรียนชายที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง อสมการ มากกว่านักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนขนาดใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง อสมการ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนขนาดใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ฐิติมา สุขภิมนตรี (2531 : บทคัดย่อ) ศึกษาโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีจุดมุ่งหมายในการวิจัยเพื่อ 1) ศึกษาโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดสุราษฎร์ธานี 2) เปรียบเทียบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา ระหว่างนักเรียนหญิงและนักเรียนชาย

3) เปรียบเทียบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา ของนักเรียนที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนที่มีขนาดแตกต่างกัน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 318 คน ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Sampling) วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าร้อยละ และไคสแควร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในบทบาทการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การสืบพันธุ์ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ค่อนข้างสูง ส่วนบทบาทการสร้างอาหารของพืช นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนต่ำ

2. นักเรียนหญิงและนักเรียนชายมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 ยกเว้นมโนทัศน์การแพร่และผลผลิตที่ได้จากการสร้างอาหารของพืชพบว่า นักเรียนชายมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากกว่านักเรียนหญิง

3. นักเรียนในโรงเรียนขนาดต่างกันมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนในโรงเรียนขนาดกลางและขนาดใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากกว่านักเรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ ยกเว้นมโนทัศน์การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ การสืบพันธุ์ของสัตว์ ลักษณะทางพันธุกรรม ลักษณะเด่น ลักษณะด้อย การถ่ายทอดลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์ มัลติเปิลอัลลีลส์ พบว่านักเรียนในโรงเรียนขนาดต่างๆมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไม่แตกต่างกัน

รัตนสุณี เลิศขวลิตสกุล (2532 : บทคัดย่อ) ศึกษาการเปรียบเทียบมโนทัศน์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนเขตเมืองกับเขตชนบท โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อศึกษาการเปรียบเทียบมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนเขตเมืองกับเขตชนบท โดยใช้ตัวอย่างประชากรจำนวน 809 คน ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้นหลายชั้นตอน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการคำนวณค่ามัชฌิมเลขคณิต ร้อยละของมัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ตัวอย่างประชากรนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนในเขตเมืองได้คะแนนมโนทัศน์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยเฉลี่ยร้อยละ 59.23 ส่วนตัวอย่างประชากรนักเรียนในโรงเรียนในเขตชนบทได้คะแนนมโนทัศน์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยเฉลี่ยร้อยละ 53.69

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนในเขตเมืองมีมโนทัศน์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสูงกว่านักเรียนในโรงเรียนในเขตชนบทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วรารภรณ์ ธีรสิริ (2532 : บทคัดย่อ) ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษา

มโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร โดยใช้ ตัวอย่างประชากรจำนวน 708 คน ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าร้อยละ ของตัวอย่างประชากรที่เลือกตอบมโนคติที่คลาดเคลื่อน โดยกำหนดว่ามโนคติที่คลาดเคลื่อน มโนคติใดที่มีตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไปเลือกตอบจัดเป็นมโนคติที่คลาดเคลื่อน ของตัวอย่างประชากร ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. มโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีของตัวอย่างประชากรมีทั้งหมด 16 ข้อความ บทเรียนที่มีจำนวนข้อความมโนคติที่คลาดเคลื่อนของตัวอย่างประชากรมากที่สุดคือ บทเรียน เรื่องสมบัติของสารในหัวข้อเรื่องทฤษฎีจลน์ของก๊าซ บทเรียนที่มีจำนวนข้อความมโนคติที่ คลาดเคลื่อนของตัวอย่างประชากรรองลงมาคือ บทเรียนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 ในหัวข้อ เรื่องโมล

2. ค่าร้อยละของตัวอย่างประชากรที่ตอบข้อความมโนคติที่คลาดเคลื่อนมีค่าอยู่ ระหว่างร้อยละ 26.13 - 44.14 และข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งมีตัวอย่างประชากร ส่วนใหญ่เลือกตอบคือ ข้อความในหัวข้อเรื่อง โมล ที่กล่าวว่า ก๊าซจำนวน 1 โมล มี 6.02×10^{23} อะตอม

ฉันทนา เชาวน์ปรีชา (2532 : บทคัดย่อ) ศึกษา มโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษา มโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร โดยใช้ตัวอย่างประชากรจำนวน 800 คน ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น การวิเคราะห์ข้อมูล หาค่าความถี่และค่าร้อยละ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า

1. มโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาตอนปลายที่ครูส่วนใหญ่เห็นด้วยมีจำนวน 30 ข้อความจาก 50 ข้อความ

2. จากการทดสอบพบว่า นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์ กายภาพชีวภาพจำนวน 23 ข้อความจาก 50 ข้อความ

กรรณิกา แจ่มหมื่นไวย (2534 : บทคัดย่อ) ศึกษาการวิเคราะห์มโนคติที่คลาดเคลื่อน ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อ วิเคราะห์มโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร โดยใช้ตัวอย่างประชากรจำนวน 330 คน ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น การวิเคราะห์ข้อมูลโดยหา ค่าร้อยละของตัวอย่างประชากรที่เลือกตอบมโนคติที่คลาดเคลื่อน โดยกำหนดว่ามโนคติใดที่มี ตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไปเลือกตอบจัดเป็นมโนคติที่คลาดเคลื่อนของตัวอย่าง

ประชากร ผลการวิจัย ดังนี้

1. มโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์ของตัวอย่างประชากรทั้งหมด 5 มโนทัศน์ซึ่งอยู่ในหัวข้อเรื่องการกระจายของแสง ตาและการมองเห็นสี การผสมสารสี การซ้อนทับของคลื่น และการสะท้อนของคลื่น

2. ค่าร้อยละของตัวอย่างประชากรที่เลือกตอบมโนคติที่คลาดเคลื่อน 5 มโนคติ มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 25.15 - 37.87

ศุภลักษณ์ ทองสนธิ (2536 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลของการใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนคติที่มีต่อการเปลี่ยนมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในวิชาเคมี การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาผลของการใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนคติที่มีต่อการเปลี่ยนมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในวิชาเคมี และเพื่อเปรียบเทียบผลของการเปลี่ยนมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในวิชาเคมี ระหว่างการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์และการสอนแบบบรรยาย โดยใช้ตัวอย่างประชากรจำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนคติ อีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบบรรยาย การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าร้อยละ และสถิติทดสอบที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนในกลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนมโนคติที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนคติที่ถูกต้อง 7 มโนคติ จากทั้งหมด 10 มโนคติ ส่วนนักเรียนในกลุ่มควบคุมไม่มีการเปลี่ยนมโนคติที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนคติที่ถูกต้องในทุกมโนคติ

2. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนทดสอบหลังเรียนในวิชาเคมีสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ไกรรักษ์ ไซติรัตน์ (2537 : บทคัดย่อ) ศึกษาโมโนภาพที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดสระแก้ว โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อ 1) ศึกษาโมโนภาพที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดสระแก้ว 2) เปรียบเทียบโมโนภาพที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้าระหว่างนักเรียนหญิงและนักเรียนชายในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตจังหวัดสระแก้ว 3) เปรียบเทียบมโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ศึกษาในโรงเรียนที่มีขนาดต่างกัน ในเขตจังหวัดสระแก้ว กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 367 คน โดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Sampling) การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละและไคสแควร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้าทุกหัวข้อ ได้แก่การใช้พลังงานไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน การผลิตกระแสไฟฟ้า การวัดกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์กระแสไฟฟ้ากับการต้านทานไฟฟ้า การต่อเครื่องใช้ไฟฟ้ากับวงจรไฟฟ้าในบ้าน อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้า วงจรไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าและการคิดค่าไฟฟ้า

2. นักเรียนหญิงและนักเรียนชายมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนแตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05

3. นักเรียนในโรงเรียนขนาดต่างกันมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนแตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05

จากการศึกษางานวิจัยภายในประเทศเกี่ยวกับมโนคติที่คลาดเคลื่อน พบว่า นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละสาขาจริง เช่น ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ และวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น นอกจากนี้ในการเปรียบเทียบขนาดโรงเรียนพบว่า นักเรียนที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนขนาดเล็กมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนมากกว่านักเรียนที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนขนาดใหญ่ และนักเรียนที่อยู่ในโรงเรียนในเขตเมืองมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนน้อยกว่านักเรียนที่อยู่ในโรงเรียนในชนบท ส่วนการเปรียบเทียบเกี่ยวกับเพศของนักเรียนนั้น พบว่า นักเรียนเพศหญิงและเพศชายมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนแตกต่างกันหรือไม่ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของแต่ละวิชา

2. งานวิจัยต่างประเทศ

กริฟฟิทส์ และ เพรสตัน (Griffiths and Preston , 1992 : 611 - 628) ได้ศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเกรด 12 ในเรื่อง อะตอม และ โมเลกุล พบว่า ความเข้าใจมโนคติเรื่องอะตอมและโมเลกุลอันเป็นพื้นฐานในการเรียนเคมี บางมโนคติที่คลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นกับนักเรียนจะขัดขวางการเรียนรู้ของนักเรียนต่อไป มโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับลักษณะของอะตอมและโมเลกุลของนักเรียนเกรด 12 นั้น ข้อมูลในการศึกษาได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนแบบแบ่งชั้นและสุ่มอย่างง่ายจำนวน 30 คน จัดแบ่งตามความสามารถและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมาแล้ว จากการสังเกตและรายงานพบว่า นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนจำนวน 52 มโนคติ ในจำนวน 11 เรื่อง ดังนี้ มโนคติ 6 เรื่องเกี่ยวข้องกับการจัดตัว ขนาดรูปร่าง น้ำหนัก พันธะ และพลังงานของโมเลกุล ส่วนอีก 5 มโนคติเป็นเรื่องเกี่ยวกับ โครงสร้างรูปร่าง ขนาด น้ำหนักและความเข้าใจเกี่ยวกับอะตอม บางมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้ปรับปรุงแก้ไขมาเป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์

การ์เนทท์ และ ทรีกัสท์ (Garnett and Tregust , 1992 : 121 - 142) ได้ทำการวิจัย เพื่อศึกษาความเข้าใจในเรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมีของนักเรียนโดยการติดตามการเรียนการสอน จัดรายการมโหทธิและหัวข้อความรู้ในเรื่องวงจรไฟฟ้า และ สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน โดยการสัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 32 คน ที่เรียนเคมีในปีสุดท้ายในโรงเรียนมัธยมศึกษา ตอนปลายจากการสัมภาษณ์พบว่า

1. เรื่องวงจรไฟฟ้านักเรียนบางคนในกลุ่มตัวอย่างมีความสับสนเรื่องกระแสไฟฟ้า ทั้งในก้อนโลหะและในสารอิเล็กโทรไลต์ นักเรียนที่เรียนทั้งฟิสิกส์และเคมีจะมีความสับสนในเรื่องการไหลของกระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะมากกว่านักเรียนที่เรียนเคมีเพียงอย่างเดียว

2. เรื่องสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจและบางหัวข้อไม่น่าเกิดความคลาดเคลื่อน ข้อมูลที่เป็นภาพประกอบในการอธิบายทำให้นักเรียนรับรู้มโนคติเรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมี การวิจัยนี้รวมถึงครู ผู้พัฒนาหลักสูตร และผู้เขียนตำราคนเหล่านี้ทำมโนคติที่คลาดเคลื่อนลดลงได้การให้ความรู้ต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างการสอนฟิสิกส์และเคมี ควรใช้แบบทดสอบช่วยค้นหามโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระแสไฟฟ้า ก่อนทำการสอนเรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมี (กัลวานิก) และเซลล์อิเล็กโทรลิติก

อับราฮัม และ คณะ (Abraham ,et.al. , 1992 : 105 - 120) ได้ทำการวิจัยศึกษาความเข้าใจและความเข้าใจผิด จำนวน 5 มโนคติทางเคมีที่มีอยู่ในบทเรียนของนักเรียนเกรด 8 โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อ 1) นักเรียนเกรด 8 มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนจากบทเรียนในเรื่องใดบ้าง 2) ระดับชั้นของนักเรียนมีผลอย่างไรกับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทางเคมี และ 3) ตำราเรียนมีผล

อย่างไรในการสอนเพื่อให้เข้าใจมโนคติของนักเรียนเกรด 7 และ 8 โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 247 คน จาก 14 โรงเรียนทั้งในเขตเมืองและเขตชนบท มโนคติทางเคมีที่ศึกษาจำนวน 5 เรื่อง คือ การเปลี่ยนแปลงทางเคมี การละลาย อะตอม สมบัติของธาตุตามตารางธาตุ และ สถานะตำราเรียนที่ใช้ศึกษา คือ หลักการทางวิทยาศาสตร์เล่ม 1 และ 2 (Heimler และ Neal , 1983a , 1983b) เล่ม 1 สำหรับนักเรียนเกรด 7 และเล่ม 2 สำหรับนักเรียนเกรด 8 ใช้แบบทดสอบชนิดเขียนตอบ (Pencil and Paper) ตามรูปแบบของเพียเจต์ จำนวน 2 ฉบับ ผลการวิจัยพบว่า

ระดับความรู้หรือสติปัญญา มีความสัมพันธ์กับจำนวนมโนคติทางเคมีอยู่ในระดับกลางๆ และมโนคติทางเคมีทั้ง 5 เรื่อง นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนติดตัวอยู่แล้วจึงมีผลให้การสอนเพื่อให้เข้าใจมโนคติทางเคมีโดยใช้ตำราเรียนล้มเหลว

พีเทอร์สัน และ ทรีกัสท์ (Peterson and Treagust , 1989 : 301 - 314) ได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาแบบทดสอบที่ใช้สำรวจมโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีเรื่อง พันธะโคเวเลนต์ และโครงสร้างโมเลกุล แบบทดสอบที่พัฒนาแล้วมีจำนวน 15 ข้อ แบบทดสอบนี้ใช้กับนักเรียนเกรด 11 จำนวน 159 คน และนักเรียนเกรด 12 จำนวน 84 คนจากโรงเรียนทางตอนใต้ของออสเตรเลีย ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนเกรด 11 จำนวนร้อยละ 33 และนักเรียนเกรด 12 จำนวนร้อยละ 23 มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องชื่อของพันธะและแสดงให้เห็นว่านักเรียนสับสนในเรื่องตำแหน่งของอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะเมื่อมีการสร้างพันธะโคเวเลนต์

2. นักเรียนเกรด 11 ร้อยละ 46 และนักเรียนเกรด 12 ร้อยละ 25 มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า โครงสร้างโมเลกุลขึ้นอยู่กับการผลัดกันระหว่างอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะนั้น

3. นักเรียนเกรด 12 จำนวนร้อยละ 23 ไม่สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างแรงยึดเหนี่ยวภายในโมเลกุลและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล นักเรียนเกรด 11 และเกรด 12 จำนวนร้อยละ 48 และ 33 ตามลำดับ คิดว่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลคือพันธะโคเวเลนต์ ที่เชื่อมอะตอมภายในโครงผลึกของสารโคเวเลนต์

4. นักเรียนเกรด 11 จำนวนร้อยละ 40 และนักเรียนเกรด 12 จำนวนร้อยละ 34 มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า โมเลกุลไม่มีชื่อเฉพาะกับโมเลกุลที่ประกอบด้วยอะตอมที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีเท่านั้น และโดยทั่วไปนักเรียนพิจารณาความเป็นขั้วของโมเลกุลโดยไม่ได้พิจารณาความเป็นขั้วของพันธะควบคู่กับโครงสร้างโมเลกุล

5. นักเรียนเกรด 11 และเกรด 12 จำนวนร้อยละ 57 และ 74 ตามลำดับ เข้าใจเรื่องกฎแปดเพียงบางส่วน

6. นักเรียนเกรด 11 ร้อยละ 27 มีความสนใจในธรรมชาติและสมบัติของสารโคเวเลนต์ที่เป็นโครงผลึก แต่ไม่มีรายงานผลเกี่ยวกับนักเรียนเกรด 12

ชมิทท์ (Schmidt, 1997 : 123) ได้ศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในเยอรมัน โดยกลุ่มประชากรเป็นนักเรียนในเกรด 11 , 12 และ 13 กลุ่มประชากรมีตั้งแต่ 4,300 - 7,500 คน โดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบและใช้กับนักเรียนที่เรียนเคมีในระดับพื้นฐานและระดับสูง พบว่า นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนจำนวน 4 เรื่อง คือ ไฮโซเมอริซึม , ออกซิเจนในปฏิกิริยารีดอกซ์ , ปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส และคู่กรด-เบส

แซงเจอร์ และ กรีนโบว์ (Sanger and Greenbowe, 1997 : 337,338) ได้ศึกษา

มโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาในเรื่องเซลไฟฟ้าเคมี ได้แก่ เซลล์กัลวานิก เซลล์อิเล็กโทรลิติก และเซลล์ความเข้มข้น โดยได้ศึกษาเพิ่มเติมจากงานวิจัยของการ์เนทท์ และ ทรีกัสท์ (Garnett and Treagust) โดยในเรื่องเซลล์กัลวานิกและเซลล์อิเล็กโทรลิติก ใช้คำถามแบบการสัมภาษณ์ของ การ์เนทท์และทรีกัสท์ ส่วนเรื่องเซลล์ความเข้มข้นมีการปรับปรุงคำถามแต่ยังมีลักษณะที่คล้ายกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาจากวิทยาลัยในตะวันตกกลางของอเมริกาจำนวน 16 คน เป็นหญิง 7 คน และชาย 9 คน จากการสัมภาษณ์พบว่า นักศึกษามีปัญหาในการทำความเข้าใจในเรื่องต่างๆ ดังนี้

1. การกำหนดขั้วแอโนดและแคโทดของเซลล์กัลวานิกและเซลล์อิเล็กโทรลิติกและเซลล์ความเข้มข้น
2. ความเข้าใจเกี่ยวกับค่ามาตรฐานของครึ่งเซลล์
3. ความเข้าใจเกี่ยวกับการไหลของกระแสในเซลล์กัลวานิก เซลล์อิเล็กโทรลิติก และเซลล์ความเข้มข้น
4. ความเข้าใจเกี่ยวกับชนิดของประจุที่แอโนดและแคโทด
5. การทำนายการเกิดผลิตภัณฑ์ในเซลล์กัลวานิก เซลล์อิเล็กโทรลิติก และเซลล์ความเข้มข้น

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (Suwimon Kiokaew , 1989 : abstract) ได้ศึกษามโนคติของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ของคณะวิทยาศาสตร์ และ คณะศึกษาศาสตร์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในเรื่อง พันธะโคเวเลนต์และโครงสร้างโมเลกุล โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบมโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีเรื่อง พันธะโคเวเลนต์และโครงสร้างโมเลกุล ระหว่างนักศึกษาในคณะวิทยาศาสตร์และคณะศึกษาศาสตร์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาปีที่ 1 จำนวน 177 คน เป็นนักศึกษาในคณะวิทยาศาสตร์จำนวน 111 คน และคณะศึกษาศาสตร์จำนวน 66 คน ผลการวิจัยพบว่า

จำนวนนักศึกษาที่ตอบเนื้อหาได้ถูกต้องมีมากกว่านักศึกษาที่ตอบเหตุผลได้ถูกต้อง และนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนน้อยกว่านักศึกษาในคณะศึกษาศาสตร์ ซึ่งจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนชนิดสองทางพบว่า นักศึกษาทั้งสองคณะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = .0001$) การปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศของนักศึกษาทั้งสองคณะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = .2133$) ค่าคะแนนเฉลี่ยของเพศชายและเพศหญิงในคณะวิทยาศาสตร์สูงกว่าในคณะศึกษาศาสตร์ โดยที่คะแนนเฉลี่ยของเพศชายในคณะ

วิทยาศาสตร์จะสูงกว่าเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = .0016$) แต่คะแนนเฉลี่ยของเพศชายและเพศหญิงในคณะศึกษาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = .4004$) และความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบเรื่องพันธะโคเวเลนต์และโครงสร้างโมเลกุลกับคะแนนการสอบเข้ามหาวิทยาลัยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ = .21 ($p = .0292$)

เบซิลี และ แซนฟอร์ด (Basili and Sanford, 1991 : 293 - 304) ได้ศึกษาการเปลี่ยนมโนคติในการทำงานร่วมกับกลุ่มในวิชาเคมี โดยใช้นักเรียนในระดับวิทยาลัยและนักเรียนที่เคยเรียนเคมีมาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 62 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม และใช้ครูผู้สอน 2 คน แต่ละคนสอนทั้งสองกลุ่ม กลุ่มทดลองสอนโดยใช้กรอบมโนคติ ส่วนกลุ่มควบคุมสอนโดยการบรรยาย แล้วให้ทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบวัดมโนคติหลังจากสอนแล้ว โดยแบบทดสอบมี 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นการวัดมโนคติเรื่องกฎการอนุรักษ์มวลและพลังงาน ตอนที่ 2 เป็นการวัดมโนคติเรื่อง อนุภาคของก๊าซ ของเหลว และของแข็ง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยในต่างประเทศพบว่า ส่วนใหญ่มักจะทำกับกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก เช่น ส่วนหนึ่งของห้องเรียน หรือ ส่วนหนึ่งของระดับชั้น ซึ่งมุ่งศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้ชั้นเรียน และจากการศึกษาในกลุ่มวิชาเคมี พบว่านักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีจริงและนักเรียนที่ศึกษาอยู่ในระดับที่สูงกว่าจะมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องเดียวกันน้อยกว่านักเรียนที่ศึกษาอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า

ดังนั้นจากการศึกษางานวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น พอจะสรุปได้ว่านักเรียนและนักศึกษามีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์หลายสาขาซึ่งรวมทั้งสาขาวิชาเคมีด้วย ปัจจัยที่มีผลต่อมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนนักศึกษาพอสรุปได้ คือ เพศ ขนาดโรงเรียน เขตโรงเรียน คณะวิชาที่ศึกษา ระดับชั้น เป็นต้น