

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้อำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ นอกจากนั้นวิทยาศาสตร์ยังช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์จึงเป็นเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) (สสวท., 2546) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีพุทธศักราช 2544 มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น (สสวท. 2551)

วิชาเคมีเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ มุ่งเน้นศึกษาเกี่ยวกับสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสาร การเรียนรู้วิชาเคมีจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเหตุการณ์ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของนักเรียน (Sirhan, 2007) วิชาเคมีมีมโนคติส่วนมากมีลักษณะเป็นนามธรรม ยากต่อการทำความเข้าใจ (Orgill & Bodner, 2004; Sirhan, 2007) ลักษณะเฉพาะที่สำคัญอีกประการหนึ่งของมโนคติวิชาเคมีเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ ใน 3 ระดับ คือ ระดับมหภาค (macroscopic level) ระดับจุลภาค (microscopic level) และระดับสัญลักษณ์ (symbolism level) การเชื่อมโยงระหว่างระดับมหภาคและระดับจุลภาคเป็นสิ่งที่ยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียน (Johnstone, 1980 อ้างถึงใน Sirhan, 2007) สมดุลเคมีเป็นมโนคติหนึ่งที่มีความสำคัญในการเรียนการสอนเคมีเป็นมโนคติพื้นฐานที่สำคัญในการศึกษามโนคติอื่น ๆ ในวิชาเคมี เช่น มโนติเรื่องกรดเบสในชีวิตประจำวัน ปฏิกริยาไฟฟ้าเคมีและอุตสาหกรรม โดยก่อนที่จะเรียนมโนคติเรื่องสมดุลเคมี

นักเรียนจะมีความรู้เกี่ยวกับมโนคติเรื่องปฏิกิริยาเคมีมาก่อนแล้ว (Van Driel & Graber, 2002) อย่างไรก็ตามมโนคติเรื่องปฏิกิริยาเคมีและมโนคติเรื่องสมดุลเคมีมีความแตกต่างกันในหลายส่วน กล่าวคือ มโนคติเรื่องปฏิกิริยาเคมีจะเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นทิศทางเดียวจากสารตั้งต้นเปลี่ยนเป็นสารผลิตภัณฑ์ และเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ สารผลิตภัณฑ์ไม่สามารถเปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้อีก หลังจากเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์แล้วสมบัติทางกายภาพของระบบจะคงที่ แต่มโนคติเรื่องสมดุลเคมีปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะเกิดได้สองทิศทางคือเกิดการเปลี่ยนแปลงจากสารตั้งต้นไปเป็นสารผลิตภัณฑ์และในทางตรงกันข้ามสารผลิตภัณฑ์ก็สามารถเปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้ เช่นเดียวกันและจะเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน เป็นการเกิดปฏิกิริยาที่ไม่สมบูรณ์และสมบัติทางกายภาพก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ถ้านักเรียนนำความรู้เกี่ยวกับมโนคติเรื่องปฏิกิริยาเคมีมาอธิบายมโนคติเรื่องสมดุลเคมี จะทำให้นักเรียนเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน เพราะฉะนั้นความขัดแย้งของมโนคติเรื่องปฏิกิริยาเคมีและมโนคติเรื่องสมดุลเคมีจำเป็นจะต้องช่วยเหลือให้นักเรียนเลือกใช้มโนคติให้เหมาะสมกับบริบท (Van Driel & Graber, 2002) เยาวเรศ ใจเย็น, เพ็ญศรี บุญสุวรรณค์ส่ง และนฤมล ยุทธาคม (2550) สํารวจมโนคติเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีมโนคติเรื่องสมดุลเคมีที่หลากหลายและพบมโนคติคลาดเคลื่อนในทุกมโนติย่อย ได้แก่ การดำเนินเข้าสู่ภาวะสมดุล ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี ค่าคงที่สมดุล ปฏิกิริยาที่มีผลต่อภาวะสมดุลและหลักการของเลอชาเตอลิเอ และสมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม

การที่นักเรียนมีมโนคติเรื่องสมดุลเคมีคลาดเคลื่อนอาจเกิดจากการใช้สามัญสำนึก (common sense) ในการทำความเข้าใจธรรมชาติและสังคม โดยอาศัยพื้นฐานจากประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของพวกเขาในการทำความเข้าใจสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัว บ่อยครั้งมโนคติที่นักเรียนสร้างขึ้นก็ไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ (Schnotz, Vosniadou & Carretero, 1999) นอกจากนี้อาจมีสาเหตุมาจากมโนคติในวิชาเคมีส่วนมากเป็นนามธรรม นักเรียนจึงไม่สามารถมองเห็นปรากฏการณ์ในระดับจุลภาค จึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติคลาดเคลื่อน การทับซ้อนกันของมโนคติ เช่น สมดุลทางกายภาพในวิชาฟิสิกส์ นักเรียนจึงคิดว่าสมดุลเคมีเป็นสมดุลที่หยุดนิ่งและสองข้างของสมดุลมีสมบัติเหมือนกันทุกประการ (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551) อีกประเด็นหนึ่งอาจเนื่องจากวิชาเคมีเหมือนภาษาอีกภาษาหนึ่งที่นักเรียนต้องเรียนรู้เพิ่มเติมนอกเหนือจากภาษาที่ตนเองใช้ในชีวิตประจำวัน มีคำศัพท์มากมายที่นักวิทยาศาสตร์และนักเคมีใช้แต่นักเรียนไม่คุ้นเคยและไม่เข้าใจ (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551; ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, 2551)

Posner et al. (1982 อ้างถึงใน ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, 2551) เสนอรูปแบบการเปลี่ยนแปลงมโนคติ (conceptual change model) โดยได้รับอิทธิพลจากแนวคิดของ Piaget เกี่ยวกับกระบวนการ

ปรับโครงสร้าง (accommodation) ซึ่งเป็นกระบวนการแทนมโนคติเดิมด้วยมโนคติใหม่ กระบวนการนี้จะต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไข 4 เงื่อนไข คือ ความไม่พึงพอใจในความรู้เดิม (dissatisfaction) ความเข้าใจในความรู้ใหม่ (intelligibility) ความเป็นไปได้ของความรู้ใหม่ (plausibility) ประโยชน์ของความรู้ใหม่ (fruitfulness) ซึ่งมีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมาก และมีการนำไปใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์อย่างแพร่หลาย แต่บ่อยครั้งก็ไม่สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติ เนื่องจากมโนคติที่เกิดจากสามัญสำนึกหรือมโนคติเดิมยังคงมีประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ผู้เรียนยังคงพอใจกับมโนคติเดิม (Schnotz et al., 1999) มโนคติเดิมยังคงอยู่ควบคู่กับมโนคติใหม่ นักเรียนอาจจะเลือกใช้มโนคติใหม่เฉพาะในโรงเรียนหรือใช้ในการตอบคำถามครู แต่เมื่ออยู่นอกโรงเรียนก็ยังคงใช้มโนคติเดิม (Collins et al., 1989 อ้างถึงใน Schnotz et al., 1999) หากมองการเปลี่ยนแปลงมโนคติไม่ใช่เฉพาะการปรับปรุงมโนคติเดิม แต่เป็นการเลือกใช้มโนคติให้เหมาะสมกับบริบท ผู้เรียนจะต้องสามารถแยกความแตกต่างของบริบท และเรียนรู้การเลือกใช้มโนคติให้เหมาะสมกับบริบทนั้น (Schnotz et al., 1999) ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติมีด้วยกันหลายปัจจัย โดยความเชื่อในแรงจูงใจ (motivational beliefs) ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติ ซึ่ง Pintrich (1999) กล่าวถึงความเชื่อในแรงจูงใจ กับการส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติ โดยมีความเชื่อว่าผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ต้องมีความเชื่อในแรงจูงใจเกี่ยวกับตนเองในฐานะผู้เรียน ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งที่ช่วยเหลือให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ การปรับเปลี่ยนมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนให้เป็นมโนคติวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการช่วยนักเรียนให้เกิดความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยในการจัดการเรียนรู้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจมโนคติที่เป็นนามธรรม (เขาวเรศ ใจเย็น และคณะ, 2550) โดยใช้สื่อการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงมโนคติที่เป็นนามธรรมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น การใช้รูปภาพ แบบจำลอง (ชาติรี ฝ่ายคำตา, 2551; เขาวเรศ ใจเย็น และคณะ, 2550) และควรให้ความสำคัญกับความแตกต่างระหว่างภาษาวิทยาศาสตร์กับภาษาที่นักเรียนใช้ในชีวิตประจำวันด้วย (ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, 2551)

การเปรียบเทียบ (analogy) เป็นกระบวนการพิจารณาความคล้ายคลึงกันระหว่างมโนคติสองมโนคติที่แตกต่างกัน โดยมโนคติหนึ่งเป็นมโนคติที่ใช้ในการเปรียบเทียบ (analog) และอีกมโนคติเป็นมโนคติเป้าหมาย (target) (Glynn, 1994; Treagust, 1993) วิธีการเปรียบเทียบช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจมโนคติที่ซับซ้อน เป็นนามธรรม เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนสร้างสรรค์ความรู้ใหม่ที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้เดิม เป็นเครื่องมือสื่อสารมโนคติกับบุคคลอื่น ใช้อธิบายในหนังสือหรือตำราเรียน (Harrison & Treagust, 2006; Glynn, 1994) ช่วยให้นักเรียนที่ไม่คุ้นเคยกับภาษาที่ใช้ในทางวิทยาศาสตร์เข้าใจมโนคติวิทยาศาสตร์ได้ (Lemke 1990) ทำให้นักเรียนรู้จักมโนคติ

คลาดเคลื่อนที่พวกเขาถืออยู่ ปฏิเสธมโนคติเดิม และยอมรับมโนคติใหม่ที่สอดคล้องกับมโนคติวิทยาศาสตร์ (Orgill & Bodner, 2004) ส่วน Duit (1999) กล่าวว่า การเปรียบเทียบและการอุปมาอุปไมย (metaphor) เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติ เขามองว่าการเปรียบเทียบเป็นวิธีการได้มาซึ่งความรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Glynn et al., 1995) ถ้าการทำ ความเข้าใจและการเรียนรู้จำเป็นต้องอาศัยมโนคติเดิม ผู้เรียนก็จะมองหา มโนคติเดิมที่เหมือนกับมโนคติใหม่เพื่อช่วยในการทำความเข้าใจมโนคติใหม่ จึงเป็นที่ยอมรับกันว่าการเปรียบเทียบช่วยให้นักเรียนเอาชนะมโนคติคลาดเคลื่อนได้ (Venville & Treagust, 1996) การเปรียบเทียบยังมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นความสนใจ และทำให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นว่าจะสามารถทำได้ หรือแก้ปัญหาได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อการเปรียบเทียบสามารถเชื่อมโยงมโนคติใหม่เข้ากับประสบการณ์จริงของนักเรียน (Thiele & Treagust, 1994; Pintrich et al., 1993 อ้างถึงใน Orgill & Bodner, 2004) แต่การเปรียบเทียบเปรียบเสมือนดาบสองคม (two-sword) (Glynn, 1991) บางครั้ง การเปรียบเทียบก็อาจทำให้เสียเวลาถ้าเกิดนักเรียนสามารถทำความเข้าใจเนื้อหา นั้นได้ไม่ยาก (Venville & Treagust, 1996) ครูและนักเรียนใช้การเปรียบเทียบอย่างไม่ระมัดระวัง อาจทำให้เกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้ (Duit, 1991) ด้วยเหตุนี้ Treagust, Harrison and Venville (1998) ได้เสนอ Focus Action Reflection Guide (FAR Guide) เป็นแนวทางสำหรับครูที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปรียบเทียบเพื่อลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น

จากประสบการณ์สอนวิชาเคมีของผู้วิจัย พบว่านักเรียนเกิดความสับสนระหว่างมโนคติเดิมกับมโนคติเรื่องสมดุลเคมี นักเรียนไม่สามารถอธิบายสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในสมดุลเคมีได้ ไม่เข้าใจหลักการของเลอชาเตลิเอร์ และไม่สามารถนำความรู้เรื่องสมดุลเคมีไปอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันได้ การวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงมโนคติเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปรียบเทียบตาม Focus Action Reflection Guide ที่พัฒนาขึ้น โดย Treagust et al. (1998)

## 2. คำถามวิจัย

2.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีมโนคติเรื่องสมดุลเคมี ก่อน ระหว่าง และหลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปรียบเทียบเป็นอย่างไร

2.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปรียบเทียบช่วยส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติเรื่องสมดุลเคมีได้หรือไม่ อย่างไร

2.3 มโนคติที่ใช้ในการเปรียบเทียบที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้มโนคติเรื่องสมดุลเคมีเป็นอย่างไร

### 3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 3.1 ศึกษาโมเดลเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อน ระหว่าง และ หลังจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปรียบเทียบ
- 3.2 ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปรียบเทียบที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- 3.3 ศึกษาโมเดลที่ใช้ในการเปรียบเทียบที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้มโนคติเรื่องสมดุลเคมี

### 4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 กลุ่มเป้าหมาย กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่ง ในจังหวัดขอนแก่น จำนวน 11 คน ประกอบด้วยนักเรียนชาย 5 คน และนักเรียนหญิง 6 คนที่กำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552

4.2 มโนเดลที่ใช้ในการวิจัย เป็นมโนเดลเรื่องสมดุลเคมี ได้แก่ การศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่ผันกลับได้เพื่อนำไปสู่เรื่องการค้าเงินเข้าสู่ภาวะสมดุลและภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี ต่อจากนั้นศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ณ ภาวะสมดุล การคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล ปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อภาวะสมดุลและหลักของเลอชาเตลิเออร์นำหลักของเลอชาเตลิเออร์มาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม รวมถึงการศึกษาภาวะสมดุลที่เกิดขึ้นในกระบวนการต่าง ๆ ในร่างกาย ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สสวท., 2547)

### 5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 การเปรียบเทียบ (analogy) หมายถึง กระบวนการพิจารณาเปรียบเทียบความเหมือนและความต่างระหว่างมโนเดลที่ใช้ในการเปรียบเทียบ (analog) กับมโนเดลเป้าหมาย (target) เพื่อให้เข้าใจมโนเดลเป้าหมาย

5.2 มโนเดล (concept) หมายถึง ความคิดหรือความเข้าใจภายในตัวของบุคคลที่จะตีความ และสรุปความเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยอาศัยประสบการณ์และคุณลักษณะสำคัญที่เกี่ยวกับสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุปของสิ่งนั้น

5.2 มโนเดลทางวิทยาศาสตร์ (scientific concept) หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากความคิด ความเข้าใจของกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ที่สรุปสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งและเป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน

5.3 มโนมติกลาดเคลื่อน (alternative concept) หมายถึง ความคิด ความรู้ความเข้าใจที่ไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน

5.4 มโนคติที่ใช้ในการเปรียบเทียบ (analog) หมายถึง มโนคติที่นักเรียนรู้จัก หรือพบเห็นในชีวิตประจำวัน

5.5 มโนคติเป้าหมาย (target) หมายถึง มโนคติใหม่ หรือมโนคติที่ไม่พบเห็นในชีวิตประจำวัน เช่น มโนคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

5.6 การเปลี่ยนแปลงมโนคติ (conceptual change) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงข้อสรุปของความคิดหรือความเข้าใจภายในตัวของบุคคลที่มีต่อมโนคติหนึ่ง ๆ และยังรวมถึงการเลือกใช้มโนคติให้เหมาะสมกับบริบท

5.7 ความเชื่อในแรงจูงใจ (motivational belief) หมายถึง ความเชื่อเกี่ยวเป้าหมายการเรียนรู้ (goal orientation) ความเชื่อเรื่องความรู้ (epistemological belief) ความสนใจและความเชื่อในคุณค่า (interest and value belief) การรับรู้ความสามารถของตนเอง (self efficacy) และ ความเชื่อเกี่ยวกับความสามารถในการควบคุมตนเอง (control belief)

5.8 ภาษาทางวิทยาศาสตร์ (scientific language) หมายถึง ภาษาที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการอธิบาย สื่อสารมโนคติทางวิทยาศาสตร์

5.9 ภาษาที่นักเรียนคุ้นเคย หมายถึง ภาษาที่นักเรียนใช้ในการติดต่อสื่อสารในชีวิตประจำวัน

## 6. ประโยชน์ที่ได้รับ

6.1 เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปรียบเทียบในสาระวิทยาศาสตร์

6.2 เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงมโนคติ

6.3 เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้มโนคติที่เป็นนามธรรม และซับซ้อน