

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการเดินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ค้นคว้าเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี หลักการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอในรายละเอียดตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
 - 1.1 ความหมายและความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้พื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
 - 1.4 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
 - 1.5 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
2. การรู้คิดและแนวคิดในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้คิด
 - 2.1 ความหมายของการรู้คิด
 - 2.2 องค์ประกอบของการรู้คิด
 - 2.3 แนวคิดในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้คิด
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 - 3.1 ความหมายและขอบเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 3.2 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของความสามารถและขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 4.2 การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือวัดความสามารถแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 5.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

1. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

1.1 ความหมายและความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สาขาวิชาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2549) การสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งกล่าวไว้ว่าเป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้นเสาะหา สำนวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า

วีณา ประชากุล และประสาธ เมืองเฉลิม (2554, น. 216) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนมีบทบาทในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้ หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง แล้วสรุปออกมาเป็นหลักการ หรือวิธีการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันของตนเองได้

นวลจิตต์ เขาวงกตพิงค์และประจวบจิตร คำจตุรัส (2555, น. 15-18) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนติดแก้ปัญหาอย่างมีระบบระเบียบ ผู้เรียนจะได้ความรู้จากการคิดสืบสวนสอบสวนและได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาไปด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 20) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้ด้วยการตั้งคำถามที่สงสัยอยากรู้เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ แล้วรวบรวมประจักษ์พยานโดยการสังเกต การคิด การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล แล้วสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับสิ่งเหล่านั้นเป็นแนวความคิดหลัก กฎ หรือทฤษฎีเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ

ทิศนา ขัมมณี. (2557, น. 141) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการบวนการสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) ส่งเสริมและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนจะเป็นเพียงผู้ที่คอยอำนวยความสะดวก สร้างสถานการณ์ หรือตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบระเบียบ ทำให้ผู้เรียนได้ทั้งความรู้จากการคิดสืบสวนสอบสวนและได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาไปด้วย

1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้พื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

นวลจิตต์ เขาวงกตพิงค์ และประจวบจิตร คำจตุรัส (2555, น. 15-18) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีพื้นฐานทางจิตวิทยา 3 ประการคือ

1. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นเมื่อผู้เรียนได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการค้นหาคำถามนั้นๆ มากกว่าการบอกให้นักเรียนเรียนรู้
2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุดเมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้นั้นช่วยให้ผู้เรียนอยากเรียน และผู้สอนต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าทดลอง

3. วิธีการนำเสนอของผู้สอนจะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิด มีความคิดสร้างสรรค์ ให้โอกาสผู้เรียนได้ใช้ความคิดของตนเองได้มากที่สุด

ซึ่งแนวคิดที่กล่าวถึงทั้ง 3 ประการนั้นสอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนรู้แบบสร้างความรู้ด้วยตนเอง (constructivism)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้นำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เรียกว่า รูปแบบการสอนแบบ Inquiry Cycles (5Es) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) โดยมีแนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ

1. ปรัชญาวิทยาศาสตร์แนวใหม่ คือ ความรู้วิทยาศาสตร์นั้นเป็นความรู้ที่แต่ละบุคคลสามารถสร้างได้ด้วยตนเองโดยมีพื้นฐานมาจากความรู้ที่มีอยู่เดิมหรือประสบการณ์ที่ได้จากสิ่งแวดล้อมรอบตัวหรือบริบทของสังคมที่ตนเองอยู่

2. แนวคิดของเพียเจต์ (Piaget) เกี่ยวกับการพัฒนาทางสติปัญญาและความคิด คือ ทุกคนจะมีการพัฒนาสติปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม วุฒิภาวะ และกระบวนการพัฒนาความสมดุล กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทางสติปัญญาและความคิดมี 2 กระบวนการ คือ การปรับตัว (Adaptation) และการจัดระบบโครงสร้าง (Organization) ซึ่งเป็นกระบวนการที่บุคคลหาหนทางที่จะปรับสภาพความไม่สมดุลทางความคิดให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบ ๆ ตัว โครงสร้างทางสมองจะถูกจัดระบบให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม มีรูปแบบของความคิดเกิดขึ้น กระบวนการปรับตัวประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ 2 ประการคือ

2.1 กระบวนการซึมซับ (Assimilation) หมายถึง กระบวนการที่บุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกัน

2.2 กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องมาจากกระบวนการซึมซับ คือ หากข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับไม่สัมพันธ์กับข้อมูลหรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ สมองจะพยายามปรับสภาพให้อยู่ในภาวะสมดุล โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา เพื่อปรับให้ข้อมูลหรือประสบการณ์เดิมสัมพันธ์กับประสบการณ์ใหม่

3. ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เป็นทฤษฎีที่เชื่อว่าผู้เรียนทุกคนมีพื้นฐานความรู้เดิมอยู่แล้วไม่มากก็น้อยก่อนที่ผู้สอนจะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เน้นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นมาใหม่นั้นจะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิมของผู้เรียนเอง ดังนั้น ข้อมูลหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ (Process of Learning) ที่แท้จริงของผู้เรียนนั้นเกิดจากการที่ผู้เรียนจะต้องทำการสืบค้นเสาะหา สืบตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนเกิดความเข้าใจและเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เกิดเป็นความรู้ที่ฝังแน่นและสามารถนำมาใช้ได้เมื่อต้องเผชิญกับสถานการณ์ใดๆ ซึ่งการที่ผู้เรียนจะเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองนั้นต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process)

รูปแบบการสอนแบบ Inquiry Cycles ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งเกิดขึ้นจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้อแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่ศึกษา ในกรณีที่ไม่มีประเด็นใดที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอด้วยประเด็นขึ้นมา ก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา

เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนมากขึ้น อาจรวมทั้งการรับรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่างๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

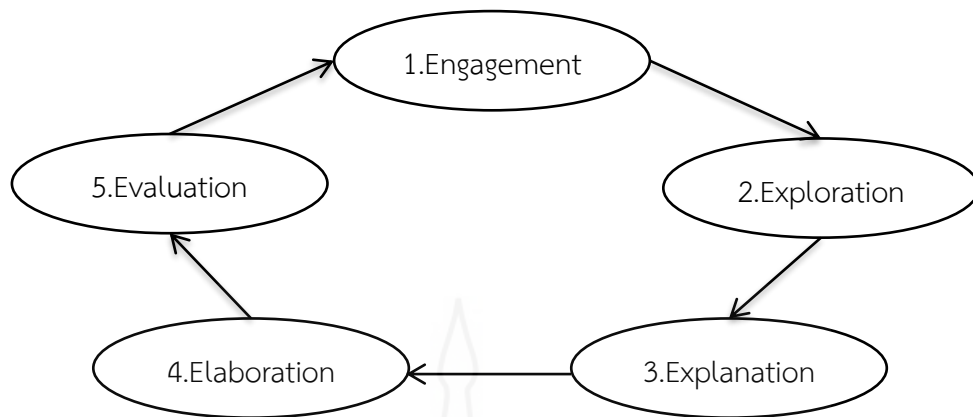
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางสำหรับการตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสังเกต หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลข้อสังเกตที่ได้วิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ไต่แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

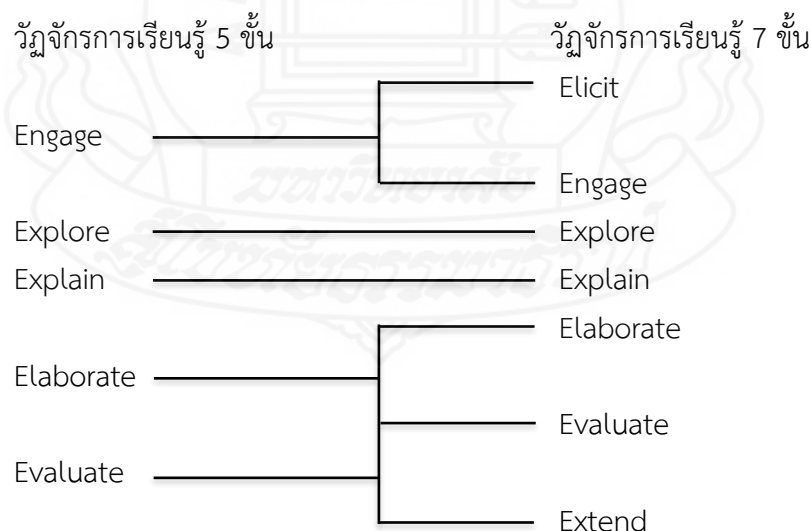
5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ จึงเรียกว่า Inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนต่อไป

รูปแบบการจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (Inquiry Cycle) สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 การจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (Inquiry Cycle)

ต่อมา ไอน์เซนคราฟต์ (Eisenkraft, 2003, p. 57-59) ได้ขยายรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (Inquiry Cycle) หรือเรียกว่า วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น มาเป็น 7 ขั้น หรือเรียกว่า วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มขึ้นมา 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตรวจสอบพื้นความรู้เดิมของผู้เรียน (Elicitation Phase) ในขั้นนี้เป็นขั้นที่มีความจำเป็นสำหรับการสอนที่ดีเป้าหมายที่สำคัญในขั้นนี้คือการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจและตื่นตัวไปกับการเรียน สามารถสร้างความรู้อย่างมีความหมายและยังได้เพิ่มขั้นการนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้จากสิ่งที่ได้เรียนมาให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน การปรับขยายรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้จาก 5 ขั้น เป็น 7 ขั้น แสดงได้ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 การปรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้จาก 5 ขั้น เป็น 7 ขั้น

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับ การตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้สอนจะละเลยไม่ได้และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของเด็กจะทำให้ผู้สอนค้นพบว่าผู้เรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อนก่อนที่จะเรียนรู้ใน เนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพของตนเอง

1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

ขั้นตอนของจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีรายละเอียด ดังนี้

1.3.1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) ผู้สอนจะต้องมีการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงออกถึงความรู้เดิมของตนเองออกมา โดยคำถามอาจเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคมที่ผู้เรียนประสบพบเจอ หรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน และผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนเองมี ซึ่งจะทำให้ผู้สอนรู้พื้นฐานความรู้หรือประสบการณ์ของผู้เรียน และสามารถนำไปประกอบการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไปได้

1.3.2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) ในขั้นนี้ผู้สอนต้องทำหน้าที่สร้างคำถามหรือประเด็นปัญหาเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยเป็นขั้นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียน ประเด็นปัญหานั้นอาจเกิดความสนใจของนักเรียน เกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ผู้เรียนเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว หรือผู้สอนอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต เป็นต้นเพื่อกำหนดประเด็นที่จะศึกษาแก่ผู้เรียน ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งที่นักเรียนเคยรู้มาก่อน เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

1.3.3 ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration Phase) เมื่อผู้เรียนเกิดประเด็นปัญหาหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาแล้ว ผู้เรียนต้องมีการวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบ อาจทำได้หลายวิธี เช่น สืบค้นข้อมูล สำรวจ ทดลอง กิจกรรมภาคสนาม เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง ผู้สอนเป็นเพียงผู้ที่คอยให้คำแนะนำปรึกษาและกระตุ้นให้ผู้เรียนดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบเพื่อหาคำตอบหรือความรู้ด้วยตนเอง

1.3.4 ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) เมื่อผู้เรียนได้ข้อมูลจากการสำรวจ ค้นหาด้วยตนเองมาแล้ว ผู้เรียนจะต้องนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์ แปรผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในลักษณะต่างๆ เช่น การบรรยายสรุป การสร้างแบบจำลอง ภาพวาด ตาราง หรือกราฟ เป็นต้น ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเห็นแนวโน้ม หรือความสัมพันธ์ของข้อมูล ผู้เรียนต้องมีการสรุปและอภิปรายผลจากการสำรวจค้นหา โดยใช้ข้อมูลหลักฐานอ้างอิงเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ ไม่ว่าความรู้ที่ได้จะสนับสนุนสมมติฐานหรือไม่ แต่ผลที่ได้ช่วยนักเรียนใดเกิดการเรียนรู้

1.3.5 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้นำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้หรือแนวคิดเดิมของตนเอง หรือนำความรู้หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งก็จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้กับ

เรื่องราวต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น ผู้สอนมีหน้าที่จัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้ผู้เรียนสามารถขยายความรู้ แนวคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม

1.3.6 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่าผู้เรียนได้เรียนรู้อะไรไปบ้าง อย่างไร และได้ความรู้ความเข้าใจมากน้อยเพียงใด จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้หรือแนวคิดที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ ได้ ผู้สอนต้องทำหน้าที่ส่งเสริม สร้างโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบความรู้ของตนเองและของเพื่อนในชั้นเรียนด้วย

1.3.7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention Phase) ในขั้นนี้ผู้สอนต้องเป็นผู้มีการจัดเตรียมสถานการณ์เพื่อสร้างโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ผู้สอนต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างองค์ความรู้ใหม่เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้เชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่ๆ เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องได้ (Thorndike, 1814-1949, อ้างถึงใน ทิศนา ขัมมณี, 2557, น. 51)

จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7Es) ผู้สอนเป็นเพียงผู้ที่คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น อยากเรียนรู้ ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นเพียงผู้ที่คอยให้ความช่วยเหลือ สร้างประเด็นปัญหา สร้างสถานการณ์ จัดให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ใหม่ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดประเด็นคำถามอยากรู้ อยากเห็น และลงมือสำรวจตรวจสอบเพื่อค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้เป็นความรู้ที่ฝังแน่น ผู้สอนควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับระดับของผู้เรียน ความรู้ ความสามารถบนพื้นฐานของความสนใจ ความถนัด และความแตกต่างระหว่างบุคคล จึงจะถือว่าเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

1.4 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ทำให้ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นให้ผู้เรียนได้มีการตรวจสอบความรู้เดิมของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่ที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ ผู้สอนมีการใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนสำรวจ ทดลอง สืบค้นหาความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมทั้งหมด 7 ขั้นตอน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสรุปกรอบแนวคิดบทบาทของผู้สอนและบทบาทของผู้เรียนที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ไว้ดังตารางที่ 2.1 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2.1 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้	ความหมาย	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
1. ขั้นตรวจสอบ ความรู้เดิม (Elicitation Phase)	ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อกระตุ้น ให้ผู้เรียนแสดงออกถึง ความรู้เดิมของตนเอง ออกมา เพื่อให้ผู้สอนรู้พื้น ฐานความรู้หรือ ประสบการณ์ของผู้เรียน และสามารถนำไปใช้ในการ ออกแบบกิจกรรมการ เรียนรู้ต่อไป	- ตั้งคำถามหรือประเด็น ปัญหากระตุ้นให้ผู้เรียน ได้แสดงความรู้เดิม - ตรวจสอบความรู้ ประสบการณ์เดิมของ ผู้เรียน - เพิ่มเติมประสบการณ์เดิม ให้ผู้เรียน - ออกแบบและวาง แผนการจัดการเรียนรู้	- ตอบคำถามตามความ เข้าใจของตนเอง - แสดงความคิดเห็นอย่าง อิสระและสร้างสรรค์ - อภิปรายร่วมกันระหว่าง ผู้เรียนและผู้เรียนกับ ผู้สอน
2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)	ผู้สอนทำหน้าที่สร้างคำถาม หรือประเด็นปัญหาเพื่อ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความ สงสัยเป็นขั้นการนำเข้าสู่ เนื้อหาในบทเรียน เพื่อ กำหนดประเด็นที่จะศึกษา แก่ผู้เรียน ซึ่งทำให้ผู้เรียน เกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่ง ที่นักเรียนเคยรู้มาก่อน เพื่อ นำไปสู่การสำรวจ ตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป	- กระตุ้นความสนใจของ ผู้เรียนโดยยกตัวอย่าง ประเด็นที่น่าสนใจ นำสื่อ จริงในชีวิตประจำวัน หรือสร้างสถานการณ์ กระตุ้นความสนใจ - ตั้งคำถามกระตุ้นให้คิด ให้สงสัย เพื่อกระตุ้นให้ ผู้เรียนเกิดคำถามกับ ตนเองและหาคำตอบ - รับฟังความคิดเห็นของ ผู้เรียนและนำอภิปรายใน ประเด็นยังไม่ชัดเจน	- แสดงความสนใจใน เหตุการณ์ ด้วยการถาม คำถามตามประเด็นที่ ตนเองสนใจ - ร่วมแสดงความคิดเห็น และนำเสนอความคิดกับ เพื่อนและผู้สอน - นำเสนอประเด็นหรือ อภิปรายสถานการณ์ที่ ตนเองสนใจ
3. ขั้นสำรวจและ ค้นหา (Exploration Phase)	หลังจากที่ผู้เรียนเกิด ประเด็นปัญหาหรือคำถาม ที่สนใจจะศึกษาแล้ว ผู้เรียนต้องมีการวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไป ได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บ รวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ผู้สอนเป็นเพียงผู้ที่คอยให้ คำแนะนำปรึกษาและ กระตุ้นให้ผู้เรียนดำเนินการ สำรวจ ตรวจสอบเพื่อหา	- ชักถามกระตุ้นให้ผู้เรียน ตั้งคำถาม คาดคะเน คำตอบนำไปสู่การสำรวจ ตรวจสอบเพื่อหาคำตอบ ของปัญหาที่เกิดขึ้น - ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงาน ร่วมกันเป็นทีม - สังเกตและรับฟังความ คิดเห็นของผู้เรียน คอยชี้แนะแนวทางให้ ผู้เรียนสามารถสำรวจ ตรวจสอบโดยใช้ทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	- คิดอย่างอิสระแต่อยู่ใน ขอบเขตของกิจกรรม - คาดคะเนและ ตั้งสมมติฐานและทดสอบ การสมมติฐาน ปรับปรุง แก้ไข - นำเสนอทางเลือกในการ แก้ปัญหาและร่วม อภิปรายเกี่ยวกับ ทางเลือกกับผู้อื่น

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้	ความหมาย	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
3. ขั้นสำรวจและ ค้นหา (Exploration Phase) (ต่อ)	คำตอบหรือความรู้ด้วย ตนเอง	- ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรมทาง วิทยาศาสตร์และพัฒนา เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ให้กับผู้เรียน	- บันทึกผลจากการสังเกต และให้ข้อคิดเห็นลง ข้อสรุปบนพื้นฐานของ ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ ได้ - ใช้ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ในการ สำรวจตรวจสอบเพื่อ เสริมสร้างเจตคติทาง วิทยาศาสตร์
4. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)	ผู้เรียนนำข้อมูลที่สมบูรณ์ มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ ในรูปแบบต่างๆ การค้นพบ ในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลาย ทาง เช่นสนับสนุน สมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกัน ประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็ สามารถสร้างความรู้และ ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้นำ ความรู้ที่สร้างขึ้นไป เชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือ แนวความคิดที่ได้ค้นคว้า เพิ่มเติม หรือนำ แบบจำลองหรือข้อสรุปที่ ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้ อธิบายเรื่องต่างๆ ซึ่งก็จะ ช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราว ต่าง ๆ และทำให้เกิด ความรู้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น	- กระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด และแสดงความคิดเห็น อย่างอิสระในขอบเขต ของเนื้อหาสาระที่ศึกษา - ส่งเสริมให้ผู้เรียนอธิบาย แนวความคิดตามความ เข้าใจของตนเองโดย สามารถแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลอย่างเหมาะสม - ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถ อธิบาย ให้คำจำกัดความ และบ่งชี้ประเด็นที่สำคัญ จากปรากฏการณ์และ สามารถใช้ประสบการณ์ เดิมของตนเป็นพื้นฐาน ในการอธิบายความคิด รวบยอดได้ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำ ความรู้ที่เรียนมาไปปรับ ประยุกต์ใช้หรือขยาย ความรู้ในสถานการณ์ ใหม่อย่างสร้างสรรค์ตาม บริบทของสังคม - เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ อธิบายความรู้ความ เข้าใจอย่างหลากหลาย สามารถอ้างอิงข้อมูล	- อธิบายถึงแนวทางการ แก้ปัญหาหรือคำตอบที่ เป็นไปได้ - รับฟังคำอธิบาย ข้อคิดเห็นของผู้อื่นอย่าง สร้างสรรค์ - วิเคราะห์วิจารณ์ใน ประเด็นที่เพื่อนนำเสนอ - ถามคำถามอย่าง สร้างสรรค์เกี่ยวกับสิ่งที่ คนอื่นได้อธิบาย - รับฟังและพยายามทำ ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ ครูอธิบาย - อธิบายความรู้โดยใช้ ข้อมูลที่ได้จากการบันทึก การสังเกตจากการปฏิบัติ กิจกรรมมา ใช้ในการ อ้างอิง - นำข้อมูลที่ได้จากการ สำรวจประยุกต์ใช้ใน สถานการณ์ใหม่ที่ คล้ายคลึงกับสถานการณ์ เดิม

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้	ความหมาย	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
4. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) (ต่อ)		แสดงหลักฐาน และถาม คำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ ตนเองได้เรียนรู้	- ยกตัวอย่างสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาที่สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ - ตรวจสอบความเข้าใจตนเองด้วยการอภิปรายข้อค้นพบกับเพื่อนๆ - บันทึกผลการสังเกตข้ออธิบายทั้งของตนเองและผู้อื่น
6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)	ในขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ	- สังเกตพฤติกรรมการนำความรู้หรือทักษะใหม่ที่ได้จากการเรียนไปประยุกต์ใช้ - ประเมินความรู้และทักษะของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย - ส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินตนเองและเพื่อนเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม - กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความรู้และทักษะด้วยการสร้างคำถามปลายเปิดในประเด็นต่างๆ หรือแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้	- ตอบคำถามโดยอ้างอิงหลักฐาน หรือข้อมูลที่ถูกต้องเชื่อถือได้ - แสดงความรู้ความเข้าใจของตนเอง จากวางแผนและดำเนินกิจกรรมสำรวจ ตรวจสอบ - เสนอแนะข้อคำถามหรือประเด็นที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมให้มีการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการสำรวจตรวจสอบต่อไป
7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)	ในขั้นนี้ครูต้องเป็นผู้จัดเตรียมโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ครูเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วย	- กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยและตั้งคำถามตามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบทนั้นๆ ได้ - กระตุ้นให้ผู้เรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้เพื่อแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวัน	- นำความรู้ที่ได้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปปรับใช้ในบริบทที่คล้ายคลึงกันและบริบทที่แตกต่างออกไปได้อย่างเหมาะสม

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้	ความหมาย	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) (ต่อ)	ให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอน การเรียนรู้ได้	- ชี้แนะแนวทางให้ผู้เรียน นำความรู้ที่ได้ไปสร้าง เป็นองค์ความรู้ใหม่ - ปรับปรุงวิธีการจัดการ เรียนการสอน	- ใช้ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ในการ เชื่อมโยงเนื้อหาสาระไปสู่ การแก้ปัญหาใน ชีวิตประจำวัน - มีคุณธรรม จริยธรรม ใน การนำความรู้ไปปรับใช้ ในชีวิตประจำวัน

1.5 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

พวงทอง มีมั่งคั่ง (2537) การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หรือ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นวิธีสอนที่เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยที่ครูเป็นผู้เตรียมสภาพแวดล้อมจัดลำดับเนื้อหา แนะนำหรือช่วยให้ นักเรียนประเมินความก้าวหน้าของตนเอง ส่วนนักเรียนเป็นผู้เรียนภายใต้เงื่อนไขของครู นักเรียนมีอิสระในการดำเนินการทดลองอย่างเต็มที่ ได้สรุปข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาด้วยตนเองจึงมีความอยากรู้อยู่ตลอดเวลา

2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิด และฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีสืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย

3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

4. นักเรียนสามารถเรียนรู้โมโนทัศน์และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. นักเรียนจะเป็นผู้มีความกระตือรือร้นต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

สุทธิดา จำรัส (2556, น. 8-13 ถึง 8-15) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 7 ขั้น (7Es) นั้นช่วยให้ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะได้โดยง่าย เพราะสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ออกเป็นขั้นตอนที่ชัดเจนครอบคลุมลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) ได้ทั้ง 5 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะสืบเสาะหาความรู้จากคำถามทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจจะตั้งโดยผู้สอนหรือตั้งโดยผู้เรียน ขึ้นอยู่กับระดับความรู้และทักษะการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ทั้งนี้ผู้สอนสามารถเริ่มต้นโดยการตั้งคำถามให้ผู้เรียนก่อน เมื่อผู้เรียนมีการพัฒนาทักษะการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น ผู้สอนสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถามด้วยตนเองได้

2. ผู้เรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานที่นำไปสู่การสร้างและตรวจสอบคำอธิบายต่อคำถามทางวิทยาศาสตร์ การให้ความสำคัญกับหลักฐานจะทำให้ผู้เรียนสามารถระบุตัวแปรหรือปัจจัย

ที่มีผลในการสืบเสาะหาความรู้ นำไปสู่การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการทำงานด้านวิทยาศาสตร์

3. ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานหรือข้อมูลเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ การเน้นลักษณะสำคัญของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในข้อนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ การตีความ การลงข้อสรุป การคิดที่เป็นเหตุเป็นผล ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญอีกประการหนึ่งของการ ทำงานทางวิทยาศาสตร์

4. ผู้เรียนประเมินคำอธิบายของตนเองเชื่อมโยงกับคำอธิบายอื่นโดยเฉพาะ คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ลักษณะสำคัญในข้อนี้จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปรียบเทียบคำอธิบายหรือ แนวคิดของตนเองกับคำอธิบายอื่น ๆ โดยเฉพาะคำอธิบายหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิด การปรับเปลี่ยนหรือการเปลี่ยนแปลงคำอธิบายเดิมของตนเองให้ถูกต้องมากขึ้น หรือสอดคล้องกับ หลักฐานที่ปรากฏมากขึ้น

5. ผู้เรียนสามารถสื่อสารคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจได้และสามารถให้ เหตุผลคำอธิบายเหล่านั้นโดยใช้ข้อมูลหรือหลักฐานอ้างอิงที่น่าเชื่อถือประกอบคำอธิบายได้

2. การรู้คิดและแนวคิดในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้คิด

2.1 ความหมายของการรู้คิด

ทิสนา แคมมณี และคณะ (2545, น. 54) ได้ให้ความหมายของการรู้คิดว่า หมายถึง วิธีการควบคุมการรู้คิดของตนเอง คือ การรู้ตัวถึงความคิดของตนเองในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือการประเมินการคิดของตนเองและใช้ความรู้นั้นในการควบคุมหรือ ปรับ การกระทำของตนเอง

อนงค์ วิเชียรเพลิต (2553, น. 26) การรู้คิด หมายถึง การมีความรู้ในสิ่งที่ตนเองรู้ การคิดเกี่ยวกับความคิดของตนเองและความคิดของคนอื่น เป็นความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับ กระบวนการคิดของตนเอง หรือความตระหนักรู้ในกระบวนการเรียนรู้ต่างๆ ที่ตนเองมีประสบการณ์

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2548, น. 13-14) ได้ให้ความหมายของการรู้คิดว่า หมายถึง การควบคุมการรู้คิดของตนเองหรือที่เรียกว่า เมตาคอกนิชัน (Metacognition) หมายถึง การรู้ตัวถึง ความคิดของตนเองในการกระทำอะไรอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือการประเมินการคิดของตนเองและใช้ ความรู้นั้นในการควบคุม หรือปรับการกระทำของตนเอง การตรวจสอบความก้าวหน้าและ การประเมินผลการคิดของตนเอง

นนท์ฉัตร วงษ์ปัญญา (2555, น. 14-17) ได้ให้ความหมายของการรู้คิดว่า หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่มีต่อกระบวนการคิดของตนเอง รู้ว่าอะไรที่เหมาะสมกับตนเองในการเรียนรู้ ตลอดจนสามารถเลือกกลวิธีในการวางแผน การกำกับควบคุม และประเมินการเรียนรู้ของตนเองได้ เพื่อให้การเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานต่างๆ บรรลุตามวัตถุประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เน้นการคิด ระดับสูงที่ควบคุมกระบวนการคิดและกิจกรรมทางพุทธิปัญญาของตนเอง

พาสนา จุฬรัตน์ (2556, น. 5-6) ได้ให้ความหมายของการรู้คิดว่า หมายถึง การที่ บุคคลตระหนักรู้เกี่ยวกับความรู้ กระบวนการคิด และความสามารถของตนเอง และใช้ความรู้

ความเข้าใจดังกล่าวในการจัดการ การควบคุมกระบวนการคิด และการทำงานของตน โดยรู้จักเลือกใช้กลวิธีต่าง ๆ ที่เหมาะสม อันจะช่วยให้การเรียนรู้และงานที่ทำประสบผลสำเร็จตามที่ต้องการ

วรารวรรณ จันทรวงศ์ และกิ่งฟ้า สีนธวงษ์ (2557, น. 42) ได้ให้ความหมายของการรู้คิดว่า หมายถึง การคิดเกี่ยวกับการรู้ของตนเอง ควบคุมกระบวนการคิดของตนเองว่าตนเองนั้นมีความคิดเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ อย่างไรบ้าง โดยมีการกำกับควบคุมกิจกรรมการคิดอย่างเป็นกระบวนการมีการประเมินผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้กระบวนการทางการคิดของตน ซึ่งเป็นการรับรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางสมองของบุคคลและการควบคุมความรู้ในขณะที่บุคคลนั้นกำลังเรียนรู้ โดยการวางแผนการแก้ปัญหาจากการมีปฏิสัมพันธ์กัน การสำรวจตรวจสอบการกำกับควบคุมการประเมินผลและสะท้อนผลกลับจากการเรียนรู้เพื่อปรับปรุง แก้ไข และแลกเปลี่ยนต่อไป

ฟลาวเวลล์ (Flawell, 1979, อ้างถึงใน พาสนา จุลรัตน์, 2556, น. 5) ได้ให้ความหมายของการรู้คิดว่า หมายถึง ความสามารถเกี่ยวกับการคิดของแต่ละบุคคลที่สามารถรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง โดยรู้ว่าตนเองนั้นรู้คิดอะไรอยู่ คิดเกี่ยวกับเรื่องนี้อย่างไร และคิดถึงกระบวนการที่จะทำให้บรรลุเป้าหมายได้อย่างไร

บราวน์ (Brown, 1987, อ้างถึงใน วรารวรรณ จันทรวงศ์ และกิ่งฟ้า สีนธวงษ์, 2557, น. 38) ได้ให้ความหมายของการรู้คิดว่า หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดเกี่ยวกับการรู้ของตนเอง สามารถควบคุมกระบวนการคิดของตนเอง ให้เลือกใช้กลวิธีในการวางแผนการกำกับควบคุม และการประเมินการคิดของตนเองได้ รวมทั้งมีการปรับเปลี่ยนการคิดของตนเองให้เหมาะสม จนทำงานสำเร็จได้

จากการศึกษาความหมายของการรู้คิด สรุปได้ว่า การรู้คิด หมายถึง กระบวนการคิดขั้นสูง ที่ประกอบด้วยการคิดทบทวนกระบวนการคิดของตนเอง ทบทวนความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ของตนเอง การคิดวางแผนกระบวนการทำงาน คิดทบทวนกระบวนการที่คิดไว้ มีการกำกับควบคุมการทำงานให้อยู่ในกระบวนการที่วางแผนไว้ คิดทบทวนปรับปรุงแก้ไขให้ได้วิธีการ หรือกระบวนการทำงานที่ดีที่สุดที่ทำให้บรรลุตามเป้าหมาย

2.2 องค์ประกอบของการรู้คิด

ฟลาวเวลล์ (Flawell, 1979, อ้างถึงใน พรทิพย์ ภทราภักษ์ 2551, น. 36) กล่าวว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเองมี 3 อย่าง คือ บุคคล หรือผู้เรียน (Person), งาน (Task), ยุทธศาสตร์ (Strategy) ที่ใช้ ซึ่งมีคำอธิบายดังต่อไปนี้

1. บุคคล หรือผู้เรียน (Person) หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนที่จะมีความรู้เกี่ยวกับตนเองในฐานะผู้เรียน

2. งาน (Task) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับงานที่จะต้องเรียนรู้ รวมทั้งระดับความยากง่าย ปัญหาอุปสรรคของงานยุทธศาสตร์ (Strategy) หรือกลวิธีที่ใช้ในการเรียนรู้ “งาน” เพื่อให้บรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

เป้าหมายของการรู้คิด คือ ให้ผู้เรียนเรียนรู้กระบวนการคิดของตนเอง เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. การฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวางแผน มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ผู้เรียนวิเคราะห์เป้าหมายของการแก้ปัญหา

1.2 ผู้เรียนเลือกกลวิธีในการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยการเดาและตรวจสอบความถูกต้องการวาดภาพหรือเขียนภาพ การสร้างตาราง การแจกแจงความเป็นไปได้ของคำตอบ การคิดย้อนกลับ เป็นต้น

1.3 เรียงลำดับขั้นตอนตามกลวิธีที่เลือกไว้

1.4 คาดคะเนคำตอบหรือตั้งสมมติฐาน

2. การฝึกให้ผู้เรียนสามารถควบคุมและตรวจสอบความคิดของตนเอง มีขั้นตอนดังนี้

2.1 กำหนดเป้าหมายไว้ในใจ เพื่อจะได้ตรวจสอบว่าหลังจากที่ได้ปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนที่เลือกแล้วจะสามารถบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้หรือไม่

2.2 กำกับวิธีการต่าง ๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่เลือกไว้

3. การฝึกให้ผู้เรียนสามารถประเมินการคิดของตนเองได้มีขั้นตอนดังนี้

3.1 ประเมินว่าหลังจากที่ได้ปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนที่เลือกแล้ว สามารถบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้หรือไม่

3.2 ตรวจสอบคำตอบหรือผลลัพธ์ของกิจกรรมตามที่ทำ

3.3 ตรวจสอบขั้นตอนในการปฏิบัติ เป็นการย้อนกลับไปมองถึงขั้นตอนของกลวิธีต่างๆ ที่ใช้ในการทำกิจกรรมว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด เพื่อจะช่วยให้พบข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

นันทฉัตร วงษ์ปัญญา (2555, น. 14-17) การรู้คิด เป็นความสามารถของบุคคลที่มีต่อกระบวนการคิดของตนเอง รู้ว่าอะไรที่เหมาะสมกับตนเองในการเรียนรู้ ตลอดจนสามารถเลือกกลวิธีในการวางแผน การกำกับควบคุม และประเมินการเรียนรู้ของตนเองได้ เพื่อให้การเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานต่างๆ บรรลุตามวัตถุประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เน้นการคิดระดับสูงที่ควบคุมกระบวนการคิดและกิจกรรมทางพุทธิปัญญาของตนเอง ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 เรื่องการรู้ เป็นการรู้เกี่ยวกับลักษณะของงานที่ทำ คือ รู้ว่างานนี้ยากหรือง่ายสำหรับตนเองและรู้ความสามารถของตนเอง การรู้ว่ตนเองสามารถทำงานนี้ได้หรือไม่ รวมทั้งความรู้ในวิธีการและใช้ความรู้เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการ คือการที่บุคคลรู้ว่าจะเลือกใช้กลวิธีใดในการทำงานและรู้ได้อย่างไรว่าวิธีการที่เลือกมามีความเหมาะสม หรือมีประสิทธิภาพกว่าวิธีอื่น

ส่วนที่ 2 เรื่องการควบคุมตนเอง ทั้งกระบวนการเรียนรู้ การรับรู้ และการแสดงออก ได้แก่ การวางแผน การกำกับควบคุม และการประเมิน

ส่วนที่ 3 เรื่องการตระหนักรู้ต่อกระบวนการคิด ได้แก่ การสนับสนุนความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องของตนเองหรือการยอมรับความคิดหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง หรือการยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีองค์ประกอบของ ได้สรุปองค์ประกอบของการรู้คิด (Metacognition) ว่ามี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความรู้ 2) การควบคุมตนเอง และ 3) ความตระหนักรู้ต่อกระบวนการคิด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ความรู้ เป็นความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับการรู้กระบวนการคิดของตนเองในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน ซึ่งเกี่ยวข้องกับความรู้ใน 3 ด้าน ดังนี้

1.1 ความรู้ด้านเนื้อหาสาระ เป็นความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบพื้นฐานที่ผู้เรียนจำเป็นต้องรู้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน ทั้งในเรื่องความรู้เกี่ยวกับลักษณะของงานที่ทำ และความรู้เกี่ยวกับความสามารถของตนเอง ดังนี้

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของงานที่ทำ เป็นการรู้ว่างานนี้เกี่ยวข้องกับเรื่องใดในด้านข้อเท็จจริง คำศัพท์และนิยาม เช่น ถ้าผู้เรียนต้องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จะต้องรู้ว่าโจทย์ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใด

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับความสามารถของตนเอง เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ตนเองว่ามีความรู้ความสามารถในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานมากน้อยเพียงใด เช่น ผู้เรียนรู้จุดอ่อนและจุดแข็งของตนเอง รู้ว่าตนเองรู้อะไร และมีความรู้ในระดับใด เพื่อที่จะได้หาวิธีการที่เหมาะสมในการเรียนรู้ของตนเอง

1.2 ความรู้ในวิธีการ เป็นความรู้เกี่ยวกับวิธีการหรือกระบวนการต่างๆ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน เช่น ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้เรียนต้องรู้ว่าวิธีการหรือกระบวนการแก้ปัญหาแบบใดบ้าง เพื่อให้สามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหานี้ได้

1.3 ความรู้ที่ใช้เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการ เป็นความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์ลักษณะของวิธีการที่ใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน เพื่อตัดสินใจเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด เช่น ผู้เรียนต้องวิเคราะห์ว่าวิธีการหรือกระบวนการแก้ปัญหาที่มีอยู่ วิธีการใดเป็นวิธีที่ใช้แก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ง่ายต่อการอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ และเหมาะสมที่สุดกับโจทย์ปัญหา

2. การควบคุมตนเอง เป็นความสามารถของผู้เรียนในการควบคุมตนเองให้เรียนรู้หรือปฏิบัติงานได้สำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งประกอบด้วยการควบคุมตนเองใน 3 ดังนี้

2.1 การวางแผน เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์และขั้นตอนของการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน เพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานให้สำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ผู้เรียนต้องวิเคราะห์ในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จะต้องมีขั้นตอนใดบ้างเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและสอดคล้องกับเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด

2.2 การกำกับควบคุม เป็นการตรวจสอบและคิดทบทวนเกี่ยวกับความเหมาะสมและความถูกต้องของวิธีการและขั้นตอนที่เลือกใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน เช่น ผู้เรียนต้องวิเคราะห์ว่าวิธีการที่เลือกใช้เหมาะสมและสอดคล้องกับการแก้ปัญหาในเรื่องนั้นหรือไม่

2.3 การประเมิน เป็นการตรวจสอบผลที่ได้จากการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน ซึ่งจะทำให้ผลที่ได้มีความถูกต้องและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ตามเป้าหมายที่วางไว้ เช่น ผู้เรียนต้องตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้สมเหตุสมผลกับโจทย์ปัญหาหรือไม่

3. ความตระหนักต่อกระบวนการคิด เป็นความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับการรู้ปัจจัยที่จำเป็นที่ทำให้การเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถอธิบายสิ่งที่ตนเองรู้ให้ผู้อื่นฟังได้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการอธิบายเหตุผลใน 3 ด้าน ดังนี้

3.1 การสนับสนุนความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องของตนเอง ผู้เรียนสามารถอธิบายเหตุผล เพื่อสนับสนุนความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องของตนเองได้อย่างชัดเจน ซึ่งแสดงถึงความมั่นใจว่า

สิ่งที่ตนเองคิดนั้นถูกต้อง หนึ่งจากการประเมินแล้วว่ากระบวนการคิดที่ใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานทำให้งานสำเร็จ

3.2 การยอมรับความคิดหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง ผู้เรียนสามารถอธิบายเหตุผลในการยอมรับความคิดหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง ซึ่งแตกต่างจากแนวคิดของตนเอง

3.3 การยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด ผู้เรียนสามารถอธิบายเหตุผลในการยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด และพร้อมที่จะแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดขึ้น หลังจากมีการประเมินแล้วว่ากระบวนการคิดที่ใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานทำให้งานผิดพลาด

2.3 แนวคิดในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้คิด

นักการศึกษาหลายท่านได้มีการนำเสนอแนวคิดในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้คิด เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ พัฒนาผู้เรียนให้สามารถใช้กระบวนการคิดได้อย่างเหมาะสม พัฒนาคุณภาพของกระบวนการทำงานของสมองในการคิด การควบคุมทั้งความรู้และทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้ หรือการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ

ทักษะการรู้คิด (Metacognitive Skills) เป็นอีกหนึ่งแนวคิดหนึ่งที่ส่งเสริมการรู้คิด โดยทั่วไปที่นิยมใช้มี 3 ประเภท คือ (Beeth, 1998, อ้างถึงใน พรทิพย์ ภัทรารักษ์, 2551, น. 39)

1. ความสามารถเข้าใจได้ (Intelligibility) เป็นความสามารถในการสะท้อนเขินเชิงนามธรรมเกี่ยวกับสาระของการคิดของตนเอง เช่น การใช้คำถามว่า “สิ่งนี้มีความหมายต่อข้าพเจ้าหรือไม่ อย่างไร” หรือ “ข้าพเจ้าเข้าใจสิ่งนี้หรือไม่ อย่างไร” การถามดังกล่าวเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนเนื่องจากช่วยให้นักเรียนมีพื้นฐานรอบความคิดที่จะใช้กระตุ้นกระบวนการรู้คิดของตนเองได้ เมื่อมีการประเมินความสามารถในการเข้าใจแนวคิดใหม่ๆ นักเรียนจะสะท้อนแนวความคิดของตนเอง แนวคิดของผู้ปกครองหรือแนวคิดของครู โดยนักเรียนถามว่า “แนวทางที่บุคคลนี้คิดเกี่ยวกับแนวคิดของเขา สามารถช่วยให้ข้าพเจ้ามีความเข้าใจแนวคิดนั้นได้หรือไม่” จะเห็นว่าความสามารถเข้าใจได้ใช้ประโยชน์ได้ทั้งระดับส่วนบุคคล (Intra-personal) และระดับระหว่างบุคคล (Inter-personal) โดยทำหน้าที่สะท้อนตนเองและสะท้อนระหว่างบุคคลหรือกลุ่มนักเรียน

2. ความสามารถในการนำไปใช้อย่างกว้างขวาง (Wide-applicability) เป็นความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้เกี่ยวกับการคิดของตนเองในบริบทหนึ่งไปใช้ในบริบทอื่นๆ โดยต้องการสร้างความเชื่อมโยงและการตรวจสอบบทบาทของการสะท้อนผ่านทางประสบการณ์ นักเรียนถามตนเองว่า “แนวความคิดนี้สามารถช่วยให้ข้าพเจ้าเรียนรู้เข้าใจในการเรียนรู้เรื่องอื่นได้หรือไม่” หรือ “ประสบการณ์ในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียนของข้าพเจ้าสามารถช่วยให้ข้าพเจ้าเข้าใจแนวคิดใหม่นี้ได้หรือไม่” อย่างไรก็ตามยังมีความสับสนระหว่างการถ่ายโอน (Transfer) กับการนำไปใช้ (Application) การนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการถ่ายโอนโดยการถ่ายโอนเป็นการรู้จักความเหมือนหรือคล้ายคลึงกันระหว่างบริบท 2 บริบทและการนำไปใช้เป็นการทดสอบคำตอบของปัญหาโดยใช้ความคิด เพื่อพยายามนำทักษะหรือแนวคิดหนึ่งไปใช้ในบริบทใหม่ (Georghiades, 2000) ดังนั้นการนำไปใช้อย่างกว้างขวางจึงเป็นตัวเร่ง (Catalyst) สำหรับการถ่ายโอน

3. ความสามารถเชื่อถือได้ (Plausibility) ใช้ประโยชน์ในการทดสอบความเชื่อของตนในแนวคิดหนึ่งจากแนวคิดเลือกอีกจำนวนหนึ่ง การรู้คิดประเภทนี้เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนใช้คำถามตนเองว่า “ข้าพเจ้าควรจะเชื่อความคิดนี้อย่างจริงจังได้หรือไม่” ในการทดสอบความเชื่อมั่นในแนวคิดหนึ่งนักเรียนอาจจะหาหลักฐานที่คัดค้านหรือแย้งกับแนวคิดดังกล่าว เพื่อนักเรียนจะเกิดความตระหนักรู้ในตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้ เขาจะสงสัยในสิ่งที่เรียนรู้และสงสัยเกี่ยวกับแนวคิดที่ตนเองมีความเข้าใจได้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) มีแนวคิดในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้คิด ซึ่งเรียกว่า เทคนิคขั้นพื้นฐานของการรู้คิด ดังนี้คือ

1. การเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมหรือความรู้เท่าที่มีอยู่
2. การเลือกยุทธวิธีการคิดอย่างพิถีพิถันและรอบคอบ
3. การวางแผนกำกับหรือตรวจสอบ และประเมินกระบวนการคิด โดยยุทธวิธีที่ใช้

ควบคุมและประเมินการคิดหรือการรู้คิด มีดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุว่าเรารู้อะไร เราไม่รู้อะไร โดยฝึกเขียนให้ชัดเจนว่า “อะไรที่เราารู้แล้วบ้าง” “อะไรที่ต้องการรู้” เมื่อผู้เรียนได้หัวข้อแล้ว ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจ หรือขยายความข้อมูลที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 2 สนทนาหรืออภิปรายเกี่ยวกับการคิด การพูดเรื่องวิธีคิดมีความสำคัญมากในการสอนครูควรอธิบายกระบวนการคิดในการวางแผนแก้ปัญหา เป็นการสาธิตการคิดให้ผู้เรียนรู้ จากนั้นก็ฝึกให้ผู้เรียนคิด อภิปรายเกี่ยวกับวิธีคิดของแต่ละคน อธิบายกระบวนการคิดเพื่อจะนำไปใช้ โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ขั้นที่ 3 การเขียนอนุทินเกี่ยวกับการใช้ความคิดหรือการคิด การเขียนอนุทินหรือการบันทึกการเรียนรู้โดยผู้เรียนจะบันทึกวิธีคิด บันทึกข้อควรระวัง ความสำเร็จ ความยากลำบาก การได้ประสบปัญหาความยุ่งยากนับเป็นการสะท้อนความคิดของตนเอง

ขั้นที่ 4 การวางแผนและการกำกับตนเอง ผู้เรียนจะต้องพัฒนาความรับผิดชอบในการวางแผนและการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพราะถ้ามีผู้อื่นวางแผน จัดการให้ เขาจะไม่สามารถพัฒนาการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองขั้นที่ 5 สรุปกระบวนการคิดที่ใช้เมื่อทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ผู้เรียนควรได้อภิปราย

เกี่ยวกับกระบวนการคิดเพื่อเป็นการพัฒนาความตระหนักในการควบคุมการคิด และสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ตามขั้นตอนต่อไป ครูแนะให้ผู้เรียนทบทวนกิจกรรมรวบรวมข้อมูล กระบวนการคิดที่ใช้ และความรู้สึกที่เกิดขึ้น ต่อจากนั้นครูให้ผู้เรียนจำแนกทักษะการคิดที่ใช้ พร้อมทั้งระบุยุทธวิธีการคิดที่ใช้ แล้วครูให้ผู้เรียนประเมินความสำเร็จ นำยุทธวิธีที่ไม่เหมาะสมออกไป และสรุปยุทธวิธีที่จะเป็นประโยชน์ต่อไปในอนาคต ต่อมาให้ทำการประเมินผลตนเอง (self-evaluation) การประเมินตนเองเป็นการประเมินเกี่ยวกับการคิดของตนเอง โดยค่อยๆ ฝึกทำทีละเล็กละน้อย จะทำให้ผู้นั้นสามารถทำได้อย่างเป็นอิสระ จากนั้นจะสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์ที่เกิดจากการเรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใดก็ได้

วรารวรรณ จันทรวงศ์ และกิงฟ้า สีนธวงษ์ (2557, น. 77-83) ได้กล่าวถึงแนวคิดในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้คิด มีดังต่อไปนี้

1. การนึกย้อนความรู้เดิม (Recalling) หมายถึงการที่ผู้เรียนค่อยๆ คิด ค่อยๆ พิจารณาเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจที่ตนมีอยู่เดิม จนกระทั่งเขาสามารถปรับความรู้ (regulating) ให้เข้ากับสภาพที่เขาพบได้ เขามีการคิดเชิงลึกด้วยการปรับความรู้ ชัดเกล้าความรู้ที่ตนมีอยู่ แล้วเชื่อมโยงความรู้เข้ากับคำถามของครูที่เกริ่นนำในระยะแรก หรือ เรื่องราวที่กำลังมีการพูดคุยกันระหว่างผู้เรียนกับครูว่าผู้เรียนได้เรียนอะไรมาแล้ว และต่อไปจะเรียนอะไร เช่น ผู้เรียนคิดด้วยตนเองว่าเขาใช้เทคนิคการคิดอะไรในการอธิบาย ผู้เรียนพูดคุยกับเพื่อนเกี่ยวกับความรู้เดิมที่เคยเรียนผ่านมาแล้ว หรือผู้เรียนมีการระบุว่าเขาจะรู้อะไรมาแล้ว ไม่รู้อะไร และต้องการรู้อะไร

2. การวางแผนการเรียนรู้ (Planning) หมายถึงการที่ผู้เรียนมีการกำหนดเป้าหมาย และวัตถุประสงค์ในการเรียนของตนเอง มีการเลือกและกำหนดเทคนิคและวิธีการเรียนรู้ ผู้เรียนมีการจัดลำดับและขั้นตอนการปฏิบัติการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการกำหนดความคาดหวังหรือคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นไว้ล่วงหน้า มีการเลือกและกำหนดเส้นทางที่จะทำงานให้สำเร็จอย่างหลากหลาย

3. การแสวงหาความรู้ (Investigating) หมายถึงการที่ผู้เรียนมีการตีความหมายว่า สิ่งใดที่ตนจะต้องรับรู้และแสดงว่าเขาเกิดการเรียนรู้ผ่านวิธีการที่หลากหลาย กิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนจะมีทั้งการสืบเสาะหาความรู้ ข้อมูล การปฏิสัมพันธ์กับข้อมูล และการตีความหมายของข้อมูล เพื่อการสร้างความรู้สำหรับตน ผู้เรียนมีการทบทวนกิจกรรมที่ได้ทำไปแล้วและแลกเปลี่ยนความรู้กับบุคคลอื่นด้วยข้อมูลที่ตนแสวงหามา ผู้เรียนมีความมุ่งมั่นที่จะทำให้ตนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ มีการฝึกฝน มีความเพียรพยายาม มีความรับผิดชอบตามที่ตนได้รับมอบหมายจากกลุ่ม เช่น ผู้เรียนมีการเขียนความรู้สึกลงที่ตนได้จากการเรียนรู้ มีการตัดสินใจ และเลิกขั้นตอนที่ตนจะดำเนินการต่อไปด้วยความระมัดระวังและเหมาะสม

4. การประเมินผล (Evaluating) หมายถึงการที่ผู้เรียนมีการสรุปความรู้ที่เขาได้รับมา และตีความหมายข้อมูลที่ได้ มีการสรุปเทคนิควิธีการที่ตนใช้ได้ผล มีการประเมินความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตนตั้งไว้ มีการประเมินและสรุปปัญหาที่พลและสามารถบอกข้อผิดพลาดต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้ มีการพิจารณาผลลัพธ์หรือข้อค้นพบที่เกิดขึ้นด้วยความระมัดระวัง รอบคอบ

5. การเชื่อมโยงความรู้ (Relating) หมายถึงการที่ผู้เรียนมีการอธิบายความยากลำบากในขณะแสวงหาความรู้ มีการอธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นขณะเรียนรู้ มีการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เป็นความรู้ใหม่ขึ้น (Constructing Knowledge) ในการดำเนินการตามขั้นตอนของ MDP ทั้ง 5 ขั้นตอนจะต้องมีการสะท้อนผลตลอดเพื่อตรวจสอบความคิดหรือเพื่อคิดเกี่ยวกับการรู้ของตน

จากการศึกษาองค์ประกอบของการรู้คิดและแนวทางการนำทฤษฎีการรู้คิดไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ของนักการศึกษาหลายท่าน ทำให้ผู้วิจัยสรุปได้ว่า เทคนิคการรู้คิด คือ กระบวนการทางความคิดที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนรู้ กระบวนการทำงานหรือวิธีการแสวงหาความรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้หรือกระบวนการทำงานของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีองค์ประกอบที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนดังนี้คือ

1. อภิปรายสะท้อนความรู้เดิม และเชื่อมโยงความรู้ใหม่ เขียนสะท้อนความรู้เดิม และแสดงความเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ทั้งของตนเองและเพื่อน โดยใช้คำถามเพื่อถามกระตุ้นความคิดของตนเอง ด้วยคำถามลักษณะดังต่อไปนี้

- 1.1 นักเรียนถามตนเองว่าสิ่งนี้มีความหมายต่อตนเองหรือไม่ อย่างไร
- 1.2 นักเรียนถามตนเองว่าเข้าใจสิ่งนี้หรือไม่ อย่างไร
- 1.3 นักเรียนถามตนเองว่าแนวคิดของเพื่อนนั้นสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจสิ่งนี้ได้หรือไม่

- 1.4 นักเรียนถามตนเองว่าอะไรที่ตนเองรู้แล้วบ้าง
- 1.5 นักเรียนถามตนเองว่ามีอะไรที่ต้องการรู้อีกบ้าง

2 วางแผนและกำกับควบคุมการเรียนรู้ เขียนแผนผังความคิดของตนเองและเพื่อน เพื่อร่วมกันเลือกยุทธวิธีหรือออกแบบวางแผนการเรียนรู้หรือการทำงานของตนเองและเพื่อน และกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดทบทวนเกี่ยวกับแนวคิด ยุทธวิธี หรือวิธีการทำงานที่ได้ มีการกำกับควบคุมให้เป็นไปตามแผนที่วางไว้ หรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ บันทึกการปรับปรุงแก้ไขการทำงาน อุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน ข้อค้นพบแนวคิดใหม่ หรือความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน โดยใช้คำถามกระตุ้นดังต่อไปนี้ คือ

- 2.1 แนวคิดที่เลือกนี้สามารถช่วยให้นักเรียนและเพื่อน เรียนรู้และเข้าใจในเรื่องที่ศึกษาได้หรือไม่ อย่างไร
- 2.2 ผู้เรียนบันทึกการเรียนรู้ วิธีคิด ข้อควรระมัดระวัง ความยากลำบาก การได้ประสบปัญหาความยุ่งยากนับเป็นการสะท้อนความคิดของตนเอง

3 อภิปรายสรุปและประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง และกระบวนการทำงาน ยุทธวิธีหรือเลือกหรือออกแบบการทำงาน ทำการประเมินผลตนเอง (self-evaluation) โดยการประเมินเกี่ยวกับกระบวนการคิดการเลือกใช้แนวคิด ยุทธวิธีในการทำงานของตนเอง ด้วยการใช้คำถามดังต่อไปนี้

- 3.1 นักเรียนถามตนเองว่านักเรียนควรเชื่อแนวคิด ยุทธวิธีการทำงานนี้ อย่างจริงจังได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
- 3.2 กระบวนการคิดหรือวิธีการคิดของนักเรียนสามารถช่วยให้ตนเองมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องใหม่ได้หรือไม่ อย่างไร

จากการศึกษาความหมายของการรู้คิด แนวคิดในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้คิดและหลักการของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ทำให้ผู้วิจัยได้ข้อสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการรู้คิดหมายถึงการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างประเด็นคำถามให้ผู้เรียนคิดทบทวนตรวจสอบความรู้เดิมของตนเอง เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะต้องทำการออกแบบวางแผนกระบวนการทำงานหรือวิธีการแสวงหาความรู้จนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ฝึกให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดควบคุมการเรียนรู้ และประเมินผลการเรียนรู้หรือกระบวนการทำงานของตนเองอย่างเป็นระบบ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

นงนาฏ วงศ์คำ (2554, น. 30) ได้สรุปไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่ผู้เรียนใช้ความสามารถทางสติปัญญาด้านความรู้ ความคิด ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์

ภักศิณี จินามูล (2555, น. 19) ได้สรุปไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจและความสามารถของนักเรียนที่บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในบทเรียนสามารถวัดได้โดยใช้เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทั่วไป

รุจภา ประถมวงษ์ (2551, น. 24) ได้สรุปไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ของบุคคล อันเป็นผลเนื่องมาจากการได้รับการพัฒนาทักษะทางการเรียนรู้ ซึ่งสามารถวัดได้โดยอาศัยเครื่องมือทางจิตวิทยาหรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2549, น. 18, อ้างถึงใน นงนาฏ วงศ์คำ, 2554, น. 30) ได้สรุปไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญา หรือความรู้ความคิดในวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถแบ่งการประเมินการเรียนรู้ด้านสติปัญญาหรือด้านความรู้ความคิดออกเป็น 4 ด้าน คือ 1) ความรู้ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 4) การนำความรู้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

อังการ์ เทพรัตนันท์ (2556, น. 35) ได้ให้สรุปไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมอันพึงประสงค์ที่นักเรียนแสดงออกมาในด้านความรู้ความเข้าใจ ทักษะและเจตคติของนักเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนการสอน ซึ่งอาจวัดได้จากการใช้แบบทดสอบประเภทต่างๆ หรือการสังเกตพฤติกรรม โดยจะมุ่งเน้นวัดนักเรียนในด้านการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่ามากกว่าที่จะวัดในด้านความรู้ความจำและความเข้าใจ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องทำให้ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกถึงความรู้ความสามารถ ความคิด ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ และสามารถวัดได้โดยใช้เครื่องมือ หรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

3.2 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

กัญญา ลินทรตันศิริกุล (2554, น. 9-6) ได้กล่าวไว้ว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความรู้และทักษะในเนื้อหาสาระที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปแล้ว หลังจากที่มีการจัดการเรียนการสอนว่าผู้เรียนมีความรู้และทักษะเพิ่มขึ้นมากน้อยเพียงใด รูปแบบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลายลักษณะคือ ข้อสอบแบบถูก-ผิด ข้อสอบแบบจับคู่ ข้อสอบแบบเลือกตอบ ข้อสอบแบบเติมคำ ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ และข้อสอบแบบอัตนัย

บุญชม ศรีสะอาด (2553, น. 122) ได้กล่าวไว้ว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ในเนื้อหาและจุดประสงค์ในรายวิชาต่างๆ ที่เรียนในโรงเรียน หรือสถานศึกษาต่างๆ เป็นเครื่องมือหลักของการวัดผล การสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียน เพื่อนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลนั้นนิยมสร้างโดยยึดตามการจำแนกพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของ บลูม (Benjamin S. Bloom) และคณะ ซึ่งเป็นการวัดที่ครอบคลุมพฤติกรรมต่างๆ กรอบแนวคิดที่ใช้มากในการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ วัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ซึ่งจะกำหนดในรูปจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective) โดยการออกข้อสอบนั้นผู้สอนจะต้องออกข้อสอบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งการวัดลักษณะนี้เป็นการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Measurement ตัวย่อ CRM)

เบนจามิน บลูม (Benjamin S. Bloom) ได้ให้ความหมายของพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยไว้ว่า เป็นพฤติกรรมด้านความสามารถทางสติปัญญาของบุคคลโดยสามารถจำแนกออกเป็น 6 ระดับ คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งได้มีการนำไปประยุกต์ใช้ด้านการศึกษากันอย่างแพร่หลายและได้พบข้อจำกัดหลายประการ ภายหลังได้รับการปรับปรุงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของบลูม ในปี ค.ศ. 2001 โดย เดวิด แครทวอห์ล (David Krathwohl) และ โลริน แอนเดอร์สัน (Lorin Anderson) ซึ่งยังคงจำแนกออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้ (รัชนิกุล ภิญญานวัฒน์, 2553, น. 1-23 ถึง 1-28)

1. ความจำ (Remembering) เป็นความสามารถทางสมองในการระลึกเรื่องราวต่างๆ ที่ได้เรียนรู้มาแล้วได้ แสดงรายการได้ ระบุนได้ คำกริยาที่นำมาใช้ในการวัดระดับความจำ เช่น ระบุน ระลึก นิยาม รายละเอียด บอกชื่อ ฯลฯ

2. ความเข้าใจ (Understanding) เป็นความสามารถในการเข้าใจความหมายของเรื่องราวต่างๆ โดยการแปลความหมาย ยกตัวอย่าง สรุปอ้างอิง คำกริยาที่นำมาใช้ในการวัดระดับความเข้าใจ เช่น อธิบาย แปลความหมาย สรุป ถอดความ แสดงตัวอย่าง จัดกลุ่ม จัดหมวดหมู่ ย่อความ ฯลฯ

3. การประยุกต์ใช้ (Applying) เป็นความสามารถในการนำความรู้ ทฤษฎี หลักการ ข้อเท็จจริงต่างๆ ที่ได้เรียนมาแล้วไปใช้หรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่หรือสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากเดิม คำกริยาที่นำมาใช้ในการวัดระดับการประยุกต์ใช้ เช่น คำนวณ ดำเนินการให้สำเร็จ แก้ปัญหา ตรวจสอบ ใช้ ฯลฯ

4. การวิเคราะห์ (Analysing) เป็นความสามารถในการเปรียบเทียบ แยกแยะเรื่องราวต่างๆ เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ ได้คำกริยาที่นำมาใช้ในการวัดระดับการวิเคราะห์ เช่น จำแนก คัดเลือก ทดลอง เปรียบเทียบ วิเคราะห์ ฯลฯ

5. การประเมินค่า (Evaluating) เป็นความสามารถในการตรวจสอบ วิจารณ์ ตีราคา ตัดสินเรื่องราวต่างๆ โดยอาศัยเกณฑ์ (Criteria) และมาตรฐาน (Standard) ที่กำหนดไว้ คำกริยาที่นำมาใช้ในการวัดระดับการประเมินค่า เช่น ทดสอบ ตัดสิน ทดลอง ค้นหา อ้างอิง วิพากษ์ ประเมิน ฯลฯ

6. ความคิดสร้างสรรค์ (Creating) เป็นสามารถในการออกแบบ วางแผน ผลิตประกอบส่วนย่อยๆ ให้เข้ากันได้อย่างเป็นเรื่องเป็นราว โดยการจัดระบบโครงสร้างขึ้นมาใหม่ให้มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพยิ่งกว่าเดิม คำกริยาที่นำมาใช้ในการวัดระดับความคิดสร้างสรรค์ เช่น สร้าง ออกแบบ วางแผน ประดิษฐ์ ผลิต เขียน ฯลฯ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องทำให้ผู้วิจัยสรุปได้ว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการวัดจุดประสงค์ด้านพุทธิพิสัย คือ ด้านความรู้และทักษะในเนื้อหาสาระของวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องใดเรื่องหนึ่ง หลังจากที่คุณเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนไปแล้ว เป็นการตรวจสอบว่าคุณเรียนมีความรู้และทักษะเพิ่มขึ้นมากน้อยเพียงใด ซึ่งเป็นการวัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมที่ถูกกำหนดไว้แล้ว

กัญจนา ลินทรตันศิริกุล (2554, น. 35-61) ได้กล่าวไว้ว่า กระบวนการสร้างเครื่องมือในการวิจัยนั้นมีหลายขั้นตอน ดังนี้

1. การวิเคราะห์คุณลักษณะที่ต้องการวัด ว่าคุณลักษณะที่ต้องการวัดคืออะไร โดยพิจารณาจากวัตถุประสงค์การวิจัยหรือสมมติฐานการวิจัยว่าตัวแปรที่ต้องการวัดคืออะไร กล่าวคือเป็นความสามารถทางด้านความคิด ความรู้สึกรหรืออารมณ์หรือความสามารถในการปฏิบัติ

2. กำหนดความหมายหรือนิยามคุณลักษณะ หากทราบคุณลักษณะหรือตัวแปรที่ต้องการวัดแล้วจะต้องกำหนดความหมายหรือให้คำนิยามว่าคืออะไรหรือหมายความว่าอย่างไร และถ้าจะวัดคุณลักษณะนั้นจะมีเนื้อหาครอบคลุมอะไรบ้าง หากคุณลักษณะที่ต้องการวัดคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการนิยามก็พิจารณาจากจุดประสงค์และเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตรเป็นหลักว่ามุ่งให้ผู้เรียนมีความสามารถในด้านใด

3. เลือกวิธีการและชนิดของเครื่องมือวิจัย เมื่อได้คุณลักษณะที่ต้องการวัดแล้วต้องเลือกวิธีการและชนิดของเครื่องมือวิจัยว่าควรใช้วิธีการใด และเครื่องมือวิจัยอะไรจึงจะสามารถวัดคุณลักษณะนั้นๆ ได้เหมาะสมที่สุด เช่น ต้องการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิธีการที่เหมาะสมคือการทดสอบและเครื่องมือวิจัยที่เหมาะสมคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. สร้างเครื่องมือ/เขียนข้อคำถาม โดยเครื่องมือ/ข้อคำถามต้องครอบคลุมคุณลักษณะที่ต้องการวัด เพราะฉะนั้นก่อนที่จะสร้างเครื่องมือ/เขียนข้อคำถามต้องกำหนดลักษณะของเครื่องมือว่าจะใช้เครื่องมือประเภทใด

5. พิจารณาทบทวนข้อคำถาม ว่าคำถามที่สร้างขึ้นได้ครอบคลุมเนื้อหาความที่นิยามหรือให้ความหมายไว้หรือไม่ หากยังไม่ครอบคลุมจะต้องปรับจนกว่าจะครอบคลุมและครบถ้วนตามคุณลักษณะที่ต้องการวัด

6. จัดทำต้นฉบับของเครื่องมือวิจัย โดยนำข้อคำถามทั้งหมดมาจัดเป็นฉบับเพื่อนำไปตรวจสอบคุณภาพต่อไป

7. ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย เป็นการนำเครื่องมือวิจัยที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบคุณภาพซึ่งสามารถทำได้ดังนี้

7.1 ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยก่อนนำไปทดลองใช้ เป็นการพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับคุณลักษณะหรือตัวแปรที่ต้องการวัด ตามที่ได้นิยามไว้ว่าครอบคลุมหรือไม่

7.2 ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยโดยการนำไปทดลองใช้ เป็นการนำเครื่องมือวิจัยที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่จะทำการวิจัย ในการนำเครื่องมือวิจัยไปทดลองใช้เป็นการพิจารณาว่าผู้ตอบแต่ละคนแปลความหมายของข้อคำถามเหมือนกันหรือไม่ ภาษาที่ใช้ในการเขียนข้อคำถามอ่านแล้วเข้าใจหรือไม่ การจัดลำดับ

คำถาม คำชี้แจง ตลอดจนเวลาที่ใช้ในการตอบ การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยในขั้นตอนนี้ จะนำผลที่ได้จากการตอบไปตรวจให้คะแนนแล้วนำมาหาคุณภาพของเครื่องมือต่อไป

8. ทำคู่มือการใช้เครื่องมือวิจัย ซึ่งประกอบด้วยจุดมุ่งหมายการสร้างเครื่องมือ วิธีการใช้เครื่องมือ วิธีการใช้เครื่องมือและเกณฑ์การตรวจให้คะแนนเพื่อให้ผู้ที่สนใจสามารถนำไปใช้ได้ สำหรับการวิจัยโดยทั่วไป ถ้าสร้างเครื่องมือวิจัยขึ้นใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเอง อาจไม่จำเป็นต้องทำคู่มือการใช้เครื่องมือการวิจัยก็ได้

บุญชม ศรีสะอาด (2543, น. 27-29) การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอิงเกณฑ์ ผู้สอนจะต้องเลือกเนื้อหาวิชาเรื่องใดเรื่องหนึ่งในวิชาใดวิชาหนึ่ง แล้วสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหา นั้นๆ หลังจากเขียนข้อสอบแล้วจะนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาและด้านวัดผลการศึกษา พิจารณาว่าแต่ละข้อวัดผลสัมฤทธิ์ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ เพื่อพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้วิธีของโรวินลลีและแฮมเบิลตัน (Rovinelli and Hambleton) หรือการหาค่า IOC (บุญชม ศรีสะอาด, 2543, น. 65) นำข้อมูลที่ผ่านการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 3 ครั้ง สองครั้งแรกจะทดสอบเพื่อนำผลมาวิเคราะห์หาคุณภาพ ด้านอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยจะคัดเอาข้อที่มีอำนาจจำแนกเหมาะสมไว้ กรณีที่มีข้อที่มีอำนาจ จำแนกไม่ถึงเกณฑ์เป็นจำนวนมากก็จะทำการปรับปรุงข้อสอบบางข้อเพื่อให้สามารถได้จำนวนข้อสอบ ตามที่ต้องการ ตามที่ได้วางแผนไว้ การสอบครั้งที่ 3 เป็นการสอบเพื่อนำผลการสอบมาวิเคราะห์หา คุณภาพทั้งหมดอันได้แก่ ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น และค่าความเที่ยงตรง แล้วรายงานค่า ต่างๆ โดยขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์สรุปได้ดังนี้คือ

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ
2. ศึกษาทฤษฎี วิธีการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ และวิธีเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ
3. วิเคราะห์เนื้อหาและจุดมุ่งหมายของหลักสูตร
4. เขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
5. ให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาพิจารณาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมว่า สอดคล้องกับ เนื้อหาของบทเรียนหรือไม่
6. สร้างข้อสอบวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
7. ให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชาและทางด้านวัดผล พิจารณาว่าแต่ละข้อวัดตาม จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ เลือกข้อที่เหมาะสม
8. ทดลองสอบครั้งที่ 1
9. วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อและปรับปรุง
10. ทดลองสอบครั้งที่ 2
11. วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อและปรับปรุง
12. ทดสอบครั้งที่ 3
13. วิเคราะห์หาอำนาจจำแนกรายข้อ จุดตัดความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรง
14. จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบและจัดพิมพ์แบบทดสอบเป็นรูปเล่ม

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จริยารัตน์ ใช้ช้าง (2556, น. 37) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการคิดที่ต้องอาศัยกระบวนการทางสมองของบุคคล รวมทั้งพฤติกรรมที่ซับซ้อนต่างๆ อันเป็นผลมาจากพัฒนาการทางสติปัญญามาใช้ระบุและปฏิบัติอย่างมีระบบเพื่อแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่พลโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้วสามารถ นิยามหรือระบุปัญหา วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา กำหนดวิธีเพื่อแก้ปัญหา และวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นได้

ชวัลรัตน์ แจ่มสุข (2548, น. 38) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการแก้ปัญหายังเป็นระบบ ระเบียบ อาศัยความรู้ความเข้าใจ ความคิดที่นำเอาประสบการณ์เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาที่ประสบใหม่ โดยพิจารณาหาความสัมพันธ์จากข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ภักคิณี จินามูล (2555, น. 28) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่ต้องอาศัยกระบวนการทางความคิดและประสบการณ์เดิมของบุคคลมาประกอบกัน ต้องอาศัยความรู้ ความจำ ความเข้าใจการคิดแบบวิเคราะห์ เพื่อแก้ปัญหาที่ประสบในสถานการณ์ต่างๆ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

วิสุทธิ์ ตรีเงิน (2553, น. 71) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา และความคิดที่นำเอาประสบการณ์เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาที่ประสบใหม่ ซึ่งบุคคลใดบุคคลหนึ่ง จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือไม่นั้นจะวัดจาก

1. ความสามารถในการตั้งปัญหาภายใต้ขอบเขตของข้อเท็จจริง หรือสถานการณ์ที่พบเห็น
2. การตั้งสมมติฐานหรือความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคาดคะเนถ้าตัวแปรที่เกี่ยวข้องว่าอะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล
3. การตรวจสอบสมมติฐาน หรือการทดลอง เป็นความสามารถเกี่ยวกับการคิดออกแบบวิธีศึกษา หรือวิธีทดลอง แล้วดำเนินการสังเกต หรือทดลองตามแบบที่คิดขึ้น เพื่อคิดแก้ปัญหาตามที่ระบุได้อย่างมีเหตุผล
4. การสรุปผลและการนำไปใช้ เป็นความสามารถในการลงข้อสรุป หรืออธิบายได้ว่าผลที่เกิดขึ้นนั้นสอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่ เป็นอย่างไร และนำไปใช้ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 109) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถที่เน้นถึงการมองเห็นปัญหา การใช้ความรู้ และการเลือกวิธีการที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา โดยทั่วไปการหาวิธีการแก้ปัญหานั้นจะต้องมีการค้นหารูปแบบและสร้างวิธีการแก้ปัญหานั้นขึ้นมาโดยใช้ทักษะพื้นฐานเกี่ยวกับการดำเนินการของจำนวนและมิติสัมพันธ์

จากการศึกษาข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาของบุคคลที่สามารถ มองเห็นและเข้าใจสภาพของปัญหา สามารถใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมของตนเองเลือกวิธีการหรือกระบวนการมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบและเหมาะสมกับสภาพปัญหา จนกระทั่งสามารถแก้ปัญหานั้นๆ ได้สำเร็จ

4.2 การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือวัดความสามารถแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

คลาร์กและสตาร์ (Clark and Starr, 1981, p0. 209 อ้างถึงใน ประจวบจิตร คำจตุรัส, 2550, น. 223) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. ตระหนักถึงปัญหา
2. ให้นิยามและขอบเขตของปัญหา
3. รวบรวมข้อมูลหลักฐานที่จะใช้ในการแก้ปัญหา
4. ตั้งสมมติฐาน หรือสร้างคำตอบที่คาดว่าจะแก้ปัญหได้
5. ทดสอบสมมติฐาน
6. แก้ปัญหาได้หรือไม่ได้กลับไปทำซ้ำขั้นที่ 3, 4 และ 5 จนกว่าจะแก้ปัญหได้

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (254, น. 164-166) ได้ประมวลกลวิธีในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และได้อธิบายความหมายของแต่ละขั้นตอนไว้อย่างละเอียด ดังนี้

1. การวางแผนในการแก้ปัญหา ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ ดังนี้

1.1 ฝึกให้นักเรียนได้วิเคราะห์เป้าหมาย เป็นการให้นักเรียนวิเคราะห์งานหรือกิจกรรมที่นักเรียนจะกระทำ ถ้าเป็นโจทย์ปัญหาให้นักเรียนระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ บอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา บอกค่าและข้อความสำคัญ และบอกเป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหานั้น

1.2 ฝึกให้นักเรียนเลือกกลวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา เป็นการเสนอกลวิธีต่างๆ สำหรับการแก้ปัญหาที่กำหนดให้ แล้วตัดสินใจเลือกกลวิธีที่จะทำให้สามารถแก้ปัญหได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งกลวิธีต่างๆ มีดังนี้

- 1.2.1 กลวิธีเดาและตรวจสอบ (Guess and Test)
- 1.2.2 กลวิธีวาดภาพ (Draw a Picture)
- 1.2.3 กลวิธีสร้างตาราง (Make a Table)
- 1.2.4 กลวิธีสร้างรายการ (Make a List)
- 1.2.5 กลวิธีเขียนแผนภาพ (Draw a Diagram)
- 1.2.6 กลวิธีให้เหตุผล (Use Reasoning)
- 1.2.7 กลวิธีค้นหาแบบแผน (Look for a Pattern)
- 1.2.8 กลวิธีแก้ปัญหาย่อย (Solve a Simple Problem)
- 1.2.9 กลวิธีทำย้อนกลับ (Work Backward)

1.3 เรียงลำดับขั้นตอนตามกลวิธีที่ได้เลือกไว้ เป็นการนำกลวิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่เลือกไว้มาลำดับเป็นขั้นตอนย่อยๆ อย่างเป็นระบบเพื่อให้สะดวกต่อการแก้โจทย์ปัญหาและสะดวกต่อการตรวจสอบข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

1.4 ประมวลคำตอบที่ได้ เป็นการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าให้ได้ใกล้เคียงกับคำตอบของโจทย์มากที่สุด โดยการวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้อย่างมีเหตุผล เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบคำตอบ

2. การกำกับควบคุมและตรวจสอบความคิดของตนเองในการแก้ปัญหาประกอบด้วย ขั้นตอนย่อยๆ ดังนี้

2.1 กำหนดเป้าหมายไว้ในใจ เป็นการกำหนดเป้าหมายของการกระทำใดๆ ไม่ว่าจะ เป็นงานและกิจกรรมต่างๆ

2.2 กำกับวิธีการต่างๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่ได้เลือกไว้

3. การประเมินความคิดของตนเองในการแก้ปัญหา มีขั้นตอนย่อยๆ ดังนี้

3.1 ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย เป็นการตรวจสอบว่าหลังจากที่ได้ปฏิบัติตามกิจกรรมตามขั้นตอนหรือกลวิธีที่เลือกนั้น สามารถบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้หรือไม่

3.2 ตรวจสอบคำตอบ เป็นการตรวจสอบคำตอบหรือผลลัพธ์ของงานหรือกิจกรรมที่กระทำลงไปว่าถูกต้องหรือไม่

3.3 ตรวจสอบขั้นตอนในการปฏิบัติเป็นการย้อนกลับไปมองถึงขั้นตอนกลวิธีต่างๆ ที่ใช้ในการทำกิจกรรมใด ว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด เพื่อจะช่วยให้พลข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นต่อไป

เวียร์ (Weir, 1974, pp. 16-18, อ้างถึงใน นวลจิตต์ เขวกีรติพงศ์ และคณะ 2552, น. 55) ได้นำเสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา
2. ขั้นระบุสาเหตุของปัญหา
3. ขั้นกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา
4. ขั้นระบุผลจากการแก้ปัญหา

โดยในแต่ละขั้นมีการอธิบายความหมายไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาภายในขอบเขตที่กำหนด

ขั้นที่ 2 นิยามสาเหตุของปัญหาโดยแยกแยะจากลักษณะที่สำคัญ หมายถึง ความสามารถในการค้นหาและอธิบายสาเหตุที่แท้จริง หรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 3 กำหนดหรือเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา

ขั้นที่ 4 ระบุผลจากการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการอธิบายผลที่เกิดขึ้นหลังจากการใช้วิธีการแก้ปัญหาว่าผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

อนึ่ง ขั้นตอนในการแก้ปัญหาของเวียร์นี้ได้มีผู้นำไปประยุกต์ใช้สำหรับการแก้ปัญหา และตัดสินใจกันอย่างกว้างขวาง และหลายสาขาวิชา เช่น วิชาวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ แพทยศาสตร์ และบริหารธุรกิจ เป็นต้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) กล่าวว่าขั้นตอนในการแก้ปัญหาต่างๆ ประกอบด้วย

1. การกำหนดปัญหา
2. การทำความเข้าใจกับปัญหา
3. การวางแผนแก้ปัญหา
4. การลงมือแก้ปัญหาและประเมินผลการแก้ปัญหา
5. การตรวจสอบการแก้ปัญหาและนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับปัญหาอื่น

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

พัทธ ทองตัน (2545) ได้ทำการศึกษาผลของการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์และการพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 60 และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน มีเมตาคอกนิชันหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รุจภา ประถมวงษ์ (2551) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) กับแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) โดยผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) มีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวันหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กอบวิทย์ พิริยะวัฒน์ (2554) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และยังพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์มีความสามารถใน

การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จรงค์ พิณรัตน์กุลชัย (2554) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) และการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมด้วยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จันทร์ขจร มะลิจันทร์ (2554) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่เน้น กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยน และวิธีจัดหมู่ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 75.67 และมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ณรงค์ฤทธิ์ ประเสริฐสุข (2554) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องงานและพลังงาน โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องงานและพลังงาน โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 72.92 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 และยังพบว่านักเรียนร้อยละ 72.50 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องงานและพลังงาน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70.48 ของแบบทดสอบทั้งฉบับ

รจนา ไชยศรีฮาด (2554) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงขึ้น คือจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมดซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ละเอียด ศรีวรกุล (2554) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดกับการสอนแบบปกติ โดยผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้ เทคนิคการรู้คิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .05 สรุปคือ นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

ภักศิณี จินามูล (2555) ได้ทำการศึกษาผลการสอนแบบ 7E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทศบาลเมืองสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย โดยผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 7E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จริยรัตน์ ไข่ม้วน (2556) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ขั้น ที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองยางพิทยาคม จังหวัดนครราชสีมา ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อังคาร์ เทพรัตนันท์ (2556) ได้ทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเสริมการคิดแบบอภิปัญญา (Metacognitive Thinking) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์และความสามารถในการคิดแบบอภิปัญญา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสวนศรีวิทยาลัย จังหวัดชุมพร ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเสริมการคิดอภิปัญญา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สูงกว่าของนักเรียนที่เรียนจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเสริมการคิดอภิปัญญา มีความสามารถในการคิดอภิปัญญา ก่อนเรียนสูงกว่าหลังเรียน และสูงกว่าของนักเรียนที่เรียนจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือตามปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

5.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

มอนทาเก (Montague, 1992) ได้ทำการศึกษาผลการใช้กลยุทธ์การคิด (Cognitive Strategy) และกลยุทธ์การรู้คิด (Metacognitive Strategy) ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียน เดดเคาน์ตี้ รัฐฟลอริดา (Dade county schools, Florida) ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบระหว่างนักเรียน 2 กลุ่ม กลุ่มที่หนึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กลยุทธ์การคิด (Cognitive Strategy) และกลยุทธ์การรู้คิด (Metacognitive Strategy) ในวิชาคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียว และกลุ่มที่ 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโปรแกรมการเรียนรู้โดยใช้กลยุทธ์การคิด (Cognitive Strategy) และกลยุทธ์การรู้คิด (Metacognitive Strategy) ทุกรายวิชา โดยการศึกษาเน้นไปที่การพัฒนาการประยุกต์ใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา และนำผลการศึกษาไปใช้เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพ

การจัดการเรียนรู้ โดยผลปรากฏว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลยุทธ์การคิด (Cognitive Strategy) และกลยุทธ์การรู้คิด (Metacognitive Strategy) ทุกรายวิชา มีความสามารถในการประยุกต์ใช้กลยุทธ์การคิด (Cognitive Strategy) และกลยุทธ์การรู้คิด (Metacognitive Strategy) เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลยุทธ์การคิด (Cognitive Strategy) และกลยุทธ์การรู้คิด (Metacognitive Strategy) ในรายวิชา คณิตศาสตร์วิชาเดียว

อิบบราฮิม (Ebrahim, 2004) ได้ศึกษาผลจัดการเรียนรู้แบบปกติกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของรัฐคูเวต โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 ขั้น (4E) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 111 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองมีนักเรียนจำนวน 56 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีนักเรียนจำนวน 55 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 ขั้น (4E) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ และมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำให้สามารถสรุปได้ว่าสามารถนำเทคนิคการรู้คิดเสริมเข้าไปกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสร้างองค์ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง สามารถนำความรู้และทักษะกระบวนการที่ได้รับ ไปปรับใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ปัญหาที่ได้พบ หรือนำไปประยุกต์ใช้ในการชีวิตประจำวัน มีการกำกับควบคุมการคิดและกระบวนการทำงานของตนเองอย่างเป็นระบบ ทำให้สามารถพัฒนาทักษะในการคิดวิเคราะห์ การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้