

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es กับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย โดยค้นคว้าจากหนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผู้วิจัยได้เรียบเรียงตามลำดับหัวข้อดังนี้

1. แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้
2. ทฤษฎีการเรียนรู้
3. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545
4. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
5. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
6. การสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es
 - 6.1 รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es
 - 6.2 ประโยชน์ของการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es
7. การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT
 - 7.1 รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT
 - 7.2 ประโยชน์ของการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT
8. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 8.1 ความหมาย
 - 8.2 องค์ประกอบ
 - 8.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
9. เจตคติ
 - 9.1 ความหมาย
 - 9.2 องค์ประกอบ
 - 9.3 การวัดเจตคติ
 - 9.4 เจตคติทางวิทยาศาสตร์
10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 10.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es
 - 10.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MA

แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้

การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ทำให้พฤติกรรมของบุคคลเปลี่ยนไปอันเนื่องมาจากประสบการณ์ที่ได้รับ เช่น ประสบการณ์ที่มีครูเป็นผู้จัด จะส่งผลให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากผลที่เกิดจากการเรียนรู้ 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ (Knowledge) ด้านทักษะหรือกระบวนการ (Skill Process) และด้านความรู้สึก (Affective) (ทิพย์วิมล วังแก้วหิรัญ, 2550: 5)

โดยมีแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของนักจิตวิทยา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548: 36-37 และทิพย์วิมล วังแก้วหิรัญ: 2550) คือ Jean Piaget นักจิตวิทยากลุ่มพุทธินิยม มีแนวคิดว่าจะเรียนรู้ด้วยกระบวนการของการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม หมายถึง การทำให้เกิดภาวะสมดุล ระหว่างอินทรีย์กับสิ่งแวดล้อม ด้วยกระบวนการสู่การปรับความสมดุล ประกอบด้วย กลไกพื้นฐานสองอย่าง คือ การดูดซึมเข้าสู่โครงสร้างและการปรับโครงสร้าง การดูดซึมเข้าสู่โครงสร้าง เป็นความสามารถในการตีความ หรือการรับเอาข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม เข้ามารวมไว้ในโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ หรือการปรับสิ่งแวดล้อมให้เข้ากับโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ ส่วนการปรับโครงสร้าง เป็นความสามารถในการเปลี่ยนแปลง หรือขยายโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ดังนั้นในกรณีที่อินทรีย์ประสบกับปัญหาที่ต้องแก้ไข การดูดซึมเข้าสู่โครงสร้างคือ ความสามารถในการตีความของปัญหา หรือจัดปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถแก้ไขได้ด้วยแนวคิดหรือวิธีการเดิมที่มีอยู่ ดังนั้นการดูดซึมเข้าสู่โครงสร้างก็คือ ความสามารถในการตีความของปัญหาหรือจัดปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถแก้ไขได้ด้วยแนวคิดหรือวิธีการเดิมที่มีอยู่ เมื่อวิธีเดิมหรือแนวคิดเดิมที่มีอยู่ไม่สามารถแก้ปัญหาที่ประสบอยู่ได้ และเมื่ออินทรีย์แก้ไขปัญหาก็เกิดภาวะสมดุลด้วยกระบวนการสู่ภาวะสมดุลดังกล่าวนี้ เด็กจะสร้างและปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาจากประสบการณ์ของเด็กเองในสภาพแวดล้อมที่ตัวเด็กอยู่ และเขาได้ทำการวิจัยและศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการด้านพุทธิสัยของมนุษย์ โดยมุ่งเน้นโครงสร้างของความรู้ ความเข้าใจ ที่สามารถทำให้เด็กใช้ในการแก้ปัญหาได้ โดยเชื่อว่า “เด็กสร้างความรู้ ความเข้าใจ การแสดงออกอย่างเป็นแบบแผน จากประสบการณ์ของเด็ก ใช้เพื่อประมวลเป็นความคิดใหม่ขึ้นมา ในการสร้างองค์ความรู้ขึ้น” อยู่บนพื้นฐานของแนวคิด 3 ประการดังนี้

1. ความรู้เป็นผลของการปฏิสัมพันธ์ที่มีการแลกเปลี่ยนกันระหว่างบุคคลและสิ่งแวดล้อม
2. ความฉลาดสามารถฝึกฝนได้จากการใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่
3. การพัฒนาทางด้านความรู้ ความเข้าใจ เป็นเรื่องของกลไกการควบคุมของแต่ละบุคคล

และผสมผสานกับปฏิสัมพันธ์ทางด้านร่างกายและสังคมด้วย

แนวคิดของ Bruner สนใจและศึกษาเรื่องของการพัฒนาการทางสติปัญญาต่อเนื่องจาก Piaget เชื่อว่า มนุษย์เลือกที่จะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจและการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง (Discovery Learning) ซึ่งแนวคิดที่สำคัญๆ ของ Bruner คือ

1. การจัดโครงสร้างของความรู้ให้สัมพันธ์ และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน มีผลต่อการเรียนรู้
2. การจัดหลักสูตรและการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับระดับความพร้อมของผู้เรียนและสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนจะช่วยให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ
3. การคิดแบบหยั่งรู้ (Intuition) เป็นการคิดหาเหตุผลอย่างอิสระที่สามารถช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้
4. แรงจูงใจภายในเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้
5. ทฤษฎีพัฒนาทางสติปัญญาของมนุษย์แบ่งได้ 3 ชั้นใหญ่ ๆ คือ
 - 5.1 ชั้นเรียนรู้จากการกระทำ (Enactive Stage) คือ ชั้นของการเรียนรู้จากการใช้ประสาทสัมผัสรับรู้สิ่งต่าง ๆ การลงมือกระทำช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี
 - 5.2 ชั้นการเรียนรู้จากความคิด (Iconic Stage) เป็นชั้นที่ผู้เรียนสามารถสร้างมโนภาพในใจได้ และสามารถเรียนรู้จากภาพแทนของจริงได้
 - 5.3 ชั้นการเรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม (Symbolic Stage) เป็นชั้นการเรียนรู้สิ่งที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมได้
6. การเรียนรู้ เกิดขึ้นได้จาก การที่ผู้เรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอด หรือสามารถจัดประเภทสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
7. การเรียนรู้ได้ผลที่สุดคือ การให้ผู้เรียนค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง

สำหรับ Lev Vygotsky กล่าวว่า เด็กมีระยะของการพัฒนา 2 ระดับคือระยะแรกเป็นการพัฒนาทางด้านสังคม เกิดการเรียนรู้ในเรื่องบุคคล จดจำและบันทึกข้อมูลของบุคคลที่เกี่ยวข้องและระยะหลังเป็นการพัฒนาส่วนบุคคล เป็นการพัฒนาเกี่ยวกับตัวเด็กเองที่มีความซับซ้อนขึ้น Vygotsky ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาการทางด้านความรู้ ความเข้าใจ ออกเป็นระดับชั้นที่เรียกว่า ระดับชั้นของการพัฒนาการ “Zone of Proximal Development” หรือ ZPD โดยเขากล่าวว่า ชั้นการพัฒนาการของเด็กเกิดขึ้นเมื่อ เด็กมีความสนใจพฤติกรรมทางสังคม ซึ่งระดับของการพัฒนาการนี้เป็นระยะทางระหว่างระดับพัฒนาการจริง ที่เกิดขึ้นของตัวเด็กเองกับระดับของศักยภาพของการพัฒนาที่เกิดขึ้นภายใต้การแนะนำของผู้ใหญ่หรือจากการทำงานร่วมกับเพื่อนที่มีความรู้ความสามารถมากกว่าและในช่วงระหว่างชั้นของการพัฒนานั้น สามารถเติมเต็มศักยภาพในการพัฒนาได้

แนวคิดของนักจิตวิทยาการศึกษาอีกท่านหนึ่งคือ John Dewey มีแนวคิดเกี่ยวกับการศึกษาว่า “การสอนควรจะเป็นกระบวนการที่ต้นตัวรวมทั้งเป็นการแก้ปัญหาในสิ่งที่ผู้เรียนสนใจ” โดยเชื่อว่ากระบวนการคิดจะเกิดขึ้นเมื่อ บุคคลนั้นเผชิญกับปัญหาที่เกิดขึ้น และมีการต้นตัวทางความคิดที่จะค้นหาวิธีในการแก้ปัญหานั้น โดยใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคล โดยแบ่งประสบการณ์ออกเป็น 2 ประเภท คือ ประสบการณ์ที่ไม่ได้รู้คิด (non-cognitive experience) และประสบการณ์รู้คิด (cognitive experience) ประสบการณ์ที่ไม่ได้รู้คิด เป็นกระบวนการของการกระทำ และการ

เปลี่ยนแปลงระหว่างอินทรีย์กับสภาพแวดล้อม โดยที่ยังมิได้มีการไตร่ตรอง (reflection) มักเกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การมีความสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ ในลักษณะต่าง ๆ อย่างไม่มีความหมาย จะกลายเป็นความเคยชิน โดยที่อินทรีย์มิได้ตระหนักรู้เกี่ยวกับสิ่งเหล่านั้น เมื่อกระบวนการไตร่ตรองเริ่มขึ้น ประสบการณ์ที่ได้ไม่รู้สึกเหล่านั้นจะค่อย ๆ มีความหมายขึ้น ผู้ไตร่ตรองจึงเริ่มรู้และเข้าใจในสิ่งที่ตนประสบอยู่ ประสบการณ์ที่ไม่ได้รู้สึกซึ่งผ่านกระบวนการไตร่ตรองแล้วก็จะกลายเป็นประสบการณ์ที่รู้สึก ซึ่งจะเกิดเป็นความรู้ ประสบการณ์ที่ไม่รู้สึกจึงเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการไตร่ตรอง เป็นสิ่งที่มีอยู่ก่อนและมีขอบเขตกว้างกว่าประสบการณ์ที่รู้สึกซึ่งจะเป็นความรู้ และ Dewey ยังมีแนวคิดในการเรียนการสอนว่า ถ้าหากครูผู้สอนมีการตั้งปัญหาถามผู้เรียนบ่อย ๆ นั้น เป็นสิ่งที่ดีและต้องการให้โรงเรียนมุ่งเน้นในการสร้างความสนใจ ให้กับผู้เรียนในเรื่องของปัญหาและการคิดให้มาก ดังนั้นการสร้างความรู้จากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน และการขจัดความขัดแย้งระหว่างความคิด ในประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ ของปรัชญาปฏิบัตินิยมดังกล่าวมานี้ มีอิทธิพลต่อแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างความรู้ ในทฤษฎีการสร้างความรู้

สรุปได้ว่า แนวคิดของนักจิตวิทยาที่กล่าวมาข้างต้น เป็นกระบวนการที่ทำให้พฤติกรรมของบุคคลเปลี่ยนไปอันเนื่องมาจากประสบการณ์ที่ได้รับ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es และแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ทฤษฎีการเรียนรู้

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอนำเสนอ 3 ทฤษฎี ดังนี้

1. ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

ปรัชญาการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เป็นกลุ่มของนักปรัชญาที่มีแนวคิดร่วมกัน ในการอธิบายทฤษฎีการเรียนรู้ของมนุษย์ ซึ่งต่อมาได้พัฒนาเป็นเทคนิคการเรียนรู้ ในปี 1991 ประธานของสมาคมวิจัยทางการสอนวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (NARST) ได้เน้นการวิจัย การพัฒนาหลักสูตรและการสอนของครูวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดปรัชญาการสร้างความรู้ จุดเน้นของปรัชญาการสร้างความรู้ จะศึกษาธรรมชาติความรู้ของมนุษย์ และจะเน้นในเรื่องความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยทั่ว ๆ ไป เกี่ยวกับจุดกำเนิด การถ่ายทอดทางกลศาสตร์ และการทำนวยทางวิทยาศาสตร์ ประวัติศาสตร์และปรัชญา สามารถที่จะให้เราเรียนรู้ และสร้างองค์ความรู้ขึ้นมาได้ ปรัชญาการสร้างความรู้ มีพื้นฐานมาจากแนวความคิด 2 แนวความคิดใหญ่ ๆ คือ 1) แนวคิดทางจิตวิทยาโดยมีจุดกำเนิดจากทฤษฎีการเรียนรู้ของ Piaget เชื่อว่าการให้เหตุผลหรือความรู้ทางตรรกศาสตร์ เกิดมาจากประสบการณ์ทางธรรมชาติ เด็กจะแสดงออก

โดยการกระทำด้วยมือ ซึ่งมีบุคคลที่สนับสนุนและเชื่อแนวคิดนี้คือ Vygotsky 2) แนวความคิดทางสังคมวิทยามีจุดกำเนิดจาก Emile Durkheim โดยเชื่อว่ามนุษย์มีโครงสร้างทางสังคมแตกต่างกัน โดยเฉพาะสังคมทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งก็มีงานวิจัยที่มาสสนับสนุนมากมาย โดยเขามองว่าจิตวิทยาของ Piaget เป็นเรื่องของกลศาสตร์ไม่หยุดนิ่ง สามารถเปลี่ยนแปลงได้เสมอ

Lewellyn (2002 อ้างถึงใน, 2548: 35) กล่าวว่า ในปรัชญาการศึกษายุคใหม่ทฤษฎีการเรียนรู้ มีรากฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม โดยทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม เชื่อว่า ผู้เรียนทุกคนมีองค์ความรู้เป็นของตนเอง การสร้างองค์ความรู้ใหม่ ต้องอาศัยองค์ความรู้เดิมที่ผู้เรียนแต่ละคนมีอยู่ การเรียนวิทยาศาสตร์โดยวิธีคอนสตรัคติวิซึม เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะสืบเสาะ สืบค้น และสำรวจตรวจสอบความรู้ด้วยตนเอง เข้าใจและได้รับความรู้สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ ซึ่ง Szesze (2001 อ้างถึงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548: 35) กล่าวว่า โดยทั่วไปการเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิซึมในชั้นเรียนมีลักษณะดังนี้ คือ 1) ครูมีการกระตุ้นผู้เรียนเพื่อสร้างความสนใจในเนื้อหาที่กำลังสอน 2) ครูอนุญาตให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นได้ ระหว่างการเรียนการสอน หรือหลังจากที่ผู้เรียนมีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่ครูหยิบยกมาให้ 3) เมื่อผู้เรียนวางกรอบของงานที่ศึกษา มีการใช้พุทธพิสัยในด้านการจำแนก การวิเคราะห์ การทำนาย และการสร้างสรรค์ในการทำงาน 4) ครูสร้างความสนใจให้กับผู้เรียนในการสืบเสาะหาความรู้ โดยการที่ครูถามคำถามปลายเปิดและเปิดโอกาสให้กับผู้เรียนมีการถามคำถามซึ่งกันและกันด้วย 5) ครูสร้างความสนใจให้กับผู้เรียนโดย ให้ผู้เรียนใช้ประสบการณ์ในการไปสู่การตั้งสมมติฐานและจากนั้นมีการอภิปรายและเปลี่ยนความคิดเห็นกัน 6) ครูขยายความรู้ของผู้เรียนจากการนำสมมติฐานที่ผู้เรียนตั้งไว้มาเป็นประเด็นในการอภิปรายร่วมกัน 7) เมื่อครูถามคำถามผู้เรียนไปแล้วต้องคอยสักระยะหนึ่งเพื่อให้ผู้เรียนได้คิดหาคำตอบ 8) ครูใช้ วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es ในการเรียนการสอน โดยมีการสร้างความสนใจในการเรียน การให้ผู้เรียนสำรวจและค้นหา การให้ผู้เรียนอธิบาย การขยายความรู้ของผู้เรียน และการประเมินผล นอกจากนี้ที่กล่าวมาข้างต้น ยังมีนักการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้เสนอการนำทฤษฎีการสร้างความรู้มาใช้สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน พอสรุปได้ดังต่อไปนี้

1.1 ผลการเรียนรู้ ต้องมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้ และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น ดังนั้นเป้าหมายการเรียนรู้ จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง ครูต้องเป็นตัวอย่าง และฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนเห็น ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ตนเอง (ทิตนา แคมมณี, 2547: 94)

1.2 เป้าหมายการสอน จะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ที่แน่นอนตายตัว ไปสู่การสาธิตกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้ และแก้ปัญหาจริงได้ (ทิตนา แคมมณี, 2547: 94)

1.3 ในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะเป็นผู้ปฏิบัติในกระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเองโดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์ สิ่งของหรือข้อมูล

ต่าง ๆ ที่เป็นของจริง หรือครูอาจจะสร้างสถานการณ์จำลอง ให้ผู้เรียนได้ปฏิสัมพันธ์กับสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นนั้น และมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถจัดกระทำ ศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้น ๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น ดังนั้น ความเข้าใจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิด การจัดกระทำกับข้อมูล มิใช่เกิดขึ้นได้ง่าย ๆ จากการได้รับข้อมูลหรือมีข้อมูลเพียงเท่านั้น (Khan, 1997 อ้างถึงใน ศุภชัย ทวี, 2548: 17)

1.4 การจัดการเรียนการสอน ครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศ จริยธรรมทางสังคมให้เกิดขึ้น (สุระ, 2547: 22) กล่าวคือ ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งทางสังคมถือว่า เป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้ เพราะสภาพกิจกรรมและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลาย ที่ครูจัดให้ หรือผู้เรียนแสวงหามาเพื่อการเรียนรู้ ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน หรือบุคคลอื่น ๆ จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนได้กว้างขึ้น ชับซ้อนขึ้น และหลากหลายขึ้น

1.5 ในการเรียนการสอน ผู้เรียนต้องมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ (Devries, 1992: 1-2 อ้างถึงใน ศุภชัย ทวี, 2548: 17-18) โดยผู้เรียนจะนำตนเอง และควบคุมตนเองในการเรียนรู้ลงมือปฏิบัติเอง เช่น ผู้เรียนจะเป็นผู้เลือกลักษณะที่ต้องการเรียนเอง ตั้งกฎระเบียบเอง แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ตกลงกันเอง เมื่อเกิดความขัดแย้ง หรือมีความคิดเห็นแตกต่างกัน เลือกผู้ร่วมงานได้เองและรับผิดชอบในการดูแลรักษาห้องเรียนร่วมกัน

2. ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างชิ้นงาน (Constructionism)

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างชิ้นงาน เป็นทฤษฎีที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญาของ Piaget เช่นเดียวกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผู้พัฒนาทฤษฎีนี้คือ Seymour Papert มีแนวคิด คือ การเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองและด้วยตัวของผู้เรียนเอง หากผู้เรียนมีโอกาสได้สร้างความคิด และนำความคิดของตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสมจะทำให้ความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน และเมื่อผู้เรียนสร้างสิ่งหนึ่งสิ่งใดขึ้นมา ก็หมายถึง การสร้างความรู้ขึ้นในตนเองความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นในตนเองนี้ จะมีความหมายต่อผู้เรียน จะอยู่คงทน ผู้เรียนจะไม่ลืมง่าย และจะสามารถถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจความคิดของตนเองได้ดี และความรู้ที่สร้างขึ้น ยังจะเป็นฐานให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปอย่างไม่สิ้นสุด (ทิตนา แคมณี, 2547: 96)

3. ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)

ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นทฤษฎีที่เน้นการให้ผู้เรียนช่วยเหลือกันในกระบวนการเรียนรู้ โดยมีวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียน ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถต่างกัน แต่ทุกคนมีส่วนร่วมอย่างแท้จริงในการเรียนรู้และในความสำเร็จของกลุ่ม โดยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น แบ่งปันทรัพยากร เป็นกำลังใจให้กันและกัน และร่วมรับผิดชอบการเรียนรู้ของเพื่อนสมาชิกทุกคนในกลุ่ม

Johnson and Johnson (1994 อ้างถึงใน ทิพย์วิมล วังแก้วหิรัญ, 2550: 71-72) กล่าวว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนมี 3 ลักษณะ คือ

3.1 ลักษณะแข่งขัน ผู้เรียนแต่ละคนจะพยายามเรียนให้ได้ดีกว่าคนอื่น เพื่อให้ได้รับคะแนนที่ดี ได้รับการยกย่องหรือได้รับการตอบแทนในลักษณะต่างๆ

3.2 ลักษณะต่างคนต่างเรียน คือ ผู้เรียนแต่ละคนต่างดูแลรับผิดชอบตนเองให้เกิดการเรียนรู้ไม่ยุ่งเกี่ยวกับผู้อื่น

3.3 ลักษณะร่วมมือกันช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ ผู้เรียนแต่ละคนต่างรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองและในขณะเดียวกันก็ต้องช่วยให้สมาชิกคนอื่น ให้ประสบความสำเร็จด้วย

Johnson and Johnson ชี้ให้เห็นว่า การจัดการศึกษาปัจจุบัน มักส่งเสริมการเรียนรู้แบบแข่งขัน ซึ่งอาจมีผลทำให้ผู้เรียนเคยชินต่อการแข่งขัน เพื่อแย่งชิงผลประโยชน์มากกว่าการร่วมมือกันแก้ปัญหา เราควรให้โอกาสผู้เรียนได้เรียนรู้ใน 3 ลักษณะดังกล่าว โดยจัดให้เหมาะสมกับสภาพการณ์ ส่งเสริมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทักษะทางสังคม และการทำงานร่วมกับผู้อื่น

จากทฤษฎีการเรียนรู้ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจะเห็นได้ว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนเป็นผู้กระทำ การเรียนรู้เกิดจากโครงสร้างส่วนบุคคล และโครงสร้างทางความคิด เป็นความสามารถของบุคคล ในการปรับประสบการณ์เก่า ให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ ด้วยกระบวนการพิสูจน์ให้เห็นจริงได้ และความสมเหตุสมผล ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติ การสร้างความหมายที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้น อย่างเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง ผู้เรียนจะตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบและอาจเปลี่ยนแปลงสมมติฐาน ในขณะที่มีปฏิสัมพันธ์กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้ การเรียนรู้จะเกิดจากความขัดแย้งทางปัญญา สามารถสร้างความความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งผู้วิจัยนำมาใช้ในการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es ขึ้นสำรวจและค้นหา และขึ้นอธิบายและลงข้อสรุปสำหรับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT นำมาใช้ในขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด และสร้างความรู้โดยการสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตนเอง และใช้ในกระบวนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ สำหรับการสอนทั้งสองแบบ ภายใต้การเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่ไม่ได้มีรูปแบบสำหรับการสอนครั้งนี้ โดยจัดผู้เรียนให้ทำกิจกรรมการเรียนรู้เป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน แบบคละผลสัมฤทธิ์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เป็นการเอื้อให้เกิดการเรียนรู้ให้มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545

(กรมวิชาการ, 2546: 12-14) ได้กำหนดแนวการจัดการศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนไว้ใน หมวด 4 แนวการจัดการศึกษาตามมาตรา 22 มาตรา 24 และมาตรา 26 ในไว้ดังนี้

มาตรา 22 กล่าวถึง การจัดการศึกษาต้องยึดหลักและถือว่า ผู้เรียนสำคัญที่สุดกระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ

มาตรา 24 กล่าวถึง การจัดการกระบวนการเรียนรู้ จัดเนื้อหาสาระ และกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ และความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้ เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้รู้จักประสบการณ์จริงฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่าน และการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานระหว่างความรู้ต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้

และมาตรา 26 กล่าวถึงการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยให้สถานศึกษาจัดการประเมินผู้เรียนโดยพิจารณาจากพัฒนาการของผู้เรียน ความประพฤติ การสังเกตพฤติกรรมการเรียน การร่วมกิจกรรม และการทดสอบควบคู่ไปในกระบวนการเรียนการสอน ตามความเหมาะสมของแต่ละระดับ และรูปแบบการศึกษา

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้จำเป็นต้องยึดหลักผู้เรียนเป็นสำคัญ จัดกระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความสนใจ และความถนัดของผู้เรียน ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้ โดยผสมผสานระหว่างความรู้ต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่ดีงาม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (2551: 4-15) เป็นหลักสูตรที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม โดยมีจุดหมาย และมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับการพัฒนาผู้เรียน

1. จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐานไว้ดังนี้

1.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง

1.2 มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

1.3 มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยีและมีทักษะชีวิต มีสุขภาพกาย และสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

1.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

1.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรม และภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์ และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม

ในการสอนเพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถนะ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไปสู่จุดหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ผู้สอนต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรดังนี้

2. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ คือ

2.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษา ถ่ายทอดความคิด ความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ

2.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

2.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา และอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสม สมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ

2.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคม ด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหา และความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม

2.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเอง และสังคมในด้านการเรียนรู้อาการสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่น ในสังคมได้อย่างมีความสุขในฐานะเป็นพลเมืองไทย และพลโลก คือ

- 3.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- 3.2 ซื่อสัตย์สุจริต
- 3.3 มีวินัย
- 3.4 ใฝ่เรียนรู้
- 3.5 อยู่อย่างพอเพียง
- 3.6 มุ่งมั่นในการทำงาน
- 3.7 รักความเป็นไทย
- 3.8 มีจิตสาธารณะ

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอน ควรมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนทั้งด้านร่างกาย ความรู้ และคุณธรรม ให้เป็นคนดี มีปัญญา และมีความสุข เกิดสมรรถนะ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ที่จะทำผู้เรียนให้เกิดสมรรถนะ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 นั้น นอกจากยึดจุดหมายของหลักสูตรแล้ว ยังต้องยึดมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดคุณภาพด้วย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (2551: 3-9) ได้กำหนด สาระ มาตรฐานการเรียนรู้และคุณภาพนักเรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้

1. สาระ มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการ และความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่ง

ที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่นประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงแและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์

การสื่อสารสิ่งที่เรารู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรารู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2. คุณภาพผู้เรียน

คุณภาพนักเรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนจะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

- 2.1 เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต
- 2.2 เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ
- 2.3 เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- 2.4 เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 2.5 เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว
- 2.6 เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- 2.7 เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล
- 2.8 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ สมบัติของคลื่นกลคุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์
- 2.9 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- 2.10 เข้าใจการเกิด และวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ และความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ
- 2.11 เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยี

ประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.12 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

2.13 วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

2.14 สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ใช้ความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

2.15 อธิบายความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิตและการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมทำโครงการ และสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

2.16 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือ และวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

2.17 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้าอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

2.18 แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

2.19 แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบหรือแก้ปัญหาได้

2.20 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิง และเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนา และการใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

จากสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ และคุณภาพผู้เรียนของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์และ ส่วนที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้คือ สาระที่ 4.2 และสาระที่ 8 กล่าวโดยสรุป คือ สาระที่ 4 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กำหนดให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น สามารถอธิบาย และตรวจสอบได้

จากสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ มาตรฐาน ว 4.2 เมื่อนำมาเขียนเป็นคำอธิบายรายวิชา

และผลการเรียนรู้ได้ดังนี้

3. คำอธิบายรายวิชา

วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีคำอธิบายรายวิชาดังนี้

ศึกษาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับแรง การกระจัดกำลัง พลังงานศักย์ พลังงานจลน์ กฎอนุรักษ์พลังงาน การใช้พลังงาน โมเมนตัม แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม การดล แรงดล การชน กฎอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แบบหมุน ความเร่งเชิงมุม ทอร์ก โมเมนต์ความเฉื่อย โมเมนตัมเชิงมุม พลังงานจลน์ของการหมุน หลักของสมดุลกล สมดุลต่อการเคลื่อนที่ การหาแรงลัพธ์โดยการสร้างรูป และคำนวณ สมดุลต่อการหมุน สมดุลสัมบูรณ์ และการนำหลักสมดุลไปประยุกต์ใช้ สภาพยืดหยุ่น ความทนแรงของวัตถุ

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และการอภิปรายเพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

4. ผลการเรียนรู้

วิชาฟิสิกส์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการวิจัยมีผลการเรียนรู้ดังนี้

- 4.1 สืบค้นข้อมูลและอธิบายความหมายการกระจัดเชิงมุม ความเร็วเชิงมุม ความเร่งเชิงมุม
- 4.2 บอกความสัมพันธ์ของทอร์ก โมเมนต์ความเฉื่อย และความเร่งเชิงมุม ความสัมพันธ์ของโมเมนต์ความเฉื่อยกับมวลและระยะทางกำลังสองได้
- 4.3 อธิบายความหมายของพลังงานจลน์ของการหมุนและความสัมพันธ์ของพลังงานจลน์ของการหมุนกับโมเมนต์ความเฉื่อยได้
- 4.4 บอกความหมายของโมเมนตัมเชิงมุม ความสัมพันธ์ของโมเมนต์ความเฉื่อยกับความเร็วเชิงมุม
- 4.5 วิเคราะห์ทอร์กกับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมเชิงมุม
- 4.6 อธิบายความหมายกฎอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงมุม และนำความรู้เรื่องกฎอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงมุม ทอร์กไปคำนวณหาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องได้
- 4.7 บอกความหมายพลังงานจลน์รวมของการเคลื่อนที่ทั้งแบบเลื่อนตำแหน่ง และแบบหมุนได้
- 4.8 นำความรู้ต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบหมุนไปอธิบายสถานการณ์ และปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง และทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้

จากคำอธิบายรายวิชา และผลการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยเห็นว่า ความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับ การเคลื่อนที่แบบหมุน ความเร่งเชิงมุม ทอร์ก โมเมนต์ความเฉื่อย โมเมนตัมเชิงมุม

พลังงานจลน์ของการหมุน สามารถนำไปอธิบายสถานการณ์ และปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนการคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ได้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน และมีจิตวิทยาศาสตร์ด้วยการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es และวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

การสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es

1. รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es

วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es เป็นรูปแบบการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนค้นหาความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิด การปฏิบัติ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2545: 56; สมบัติ การจนารักษ์พงศ์ และคณะ, 2549: 1-2; Richard 1997: 108 อ้างถึงใน สายชล ยอสมเพชร, 2553: 30) โดยมีจิตวิทยาที่เป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548: 6)

1.1 จิตวิทยาที่เป็นพื้นฐานของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.1.1 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นเมื่อผู้เรียนได้เกี่ยวข้องกับโดยตรงกับการค้นหาความรู้นั้น ๆ มากกว่าการบอกให้ผู้เรียนรู้

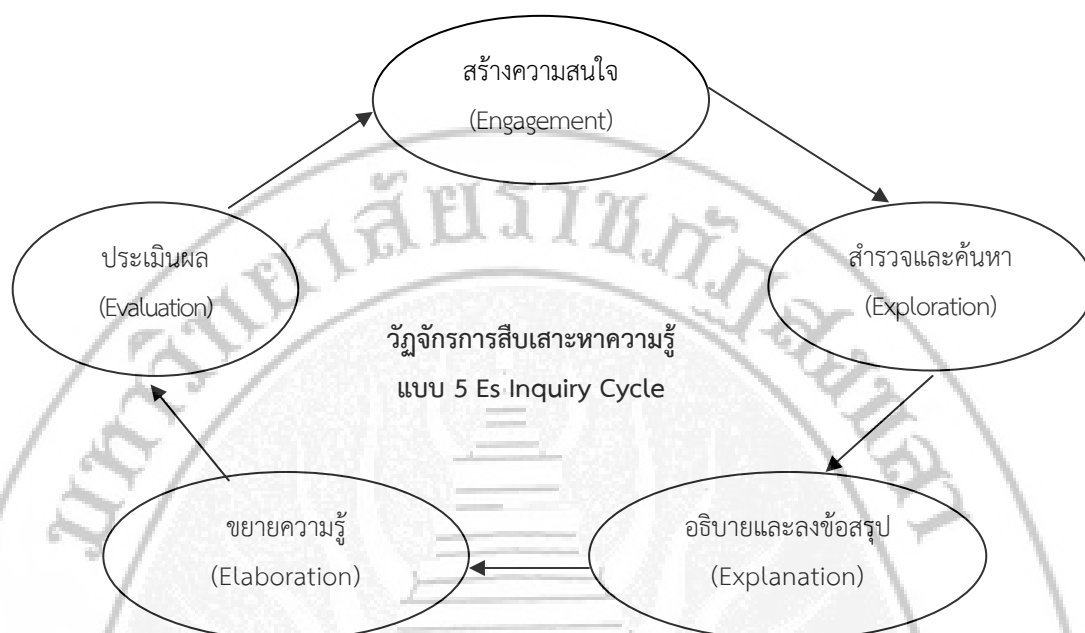
1.1.2 การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้ ยั่วยุให้ผู้เรียนอยากเรียน ไม่ใช่บีบบังคับผู้เรียน และครูต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าทดลอง

1.1.3 วิธีการนำเสนอของครู จะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิด มีความคิดสร้างสรรค์

ให้โอกาสผู้เรียนได้ใช้ความคิดของตนมากที่สุด

ทั้งนี้กิจกรรมที่จะให้ผู้เรียนทำการตรวจสอบ จะต้องเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและผู้เรียนมีความรู้ และทักษะเพียงพอที่จะแสวงหาความรู้ใหม่ โดยกิจกรรมที่จัดควรเป็นกิจกรรมนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบหรือแสวงหาความรู้ใหม่

นักศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548: 6) ได้นำเสนอวิธีการสอนแบบ Inquiry มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเสนอขั้นตอนการเรียนการสอนเป็น 5 ขั้นตอน เรียกว่า การเรียนการสอนแบบ Inquiry Cycle หรือ 5 Es ซึ่งมีรูปแบบการเรียนการสอนดังภาพ 2



ภาพ 2 แสดงรูปแบบการสอนตามวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es
ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548: 6.

จากภาพ 2 เป็นการแสดงรูปแบบการสอน ตามวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es โดยมีรายละเอียดดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548: 38-41 และ สมบัติ การจนารักพงศ์ และคณะ, 2549: 1-5)

1.2 ขั้นตอนของการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es

1.2.1 การสร้างความสนใจ เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการเรียนรู้ที่จะนำเข้าสู่บทเรียน จุดประสงค์ที่สำคัญของขั้นตอนนี้ คือ ทำให้ผู้เรียนสนใจ ใคร่รู้ในกิจกรรมที่จะนำเข้าสู่บทเรียน ควรจะเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้เดิมกับปัจจุบัน และควรเป็นกิจกรรมที่คาดว่ากำลังจะเกิดขึ้น ซึ่งทำให้ผู้เรียนสนใจ จุดจ่อที่จะศึกษาความคิดรวบยอด กระบวนการ หรือทักษะ และเริ่มคิดเชื่อมโยงความคิดรวบยอด กระบวนการ หรือทักษะกับประสบการณ์เดิม

1.2.2 การสำรวจและค้นหา เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ร่วมกันในการสร้างและพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะ โดยการให้เวลา และโอกาสแก่ผู้เรียนในการทำกิจกรรม การสำรวจและค้นหา สิ่ง que ผู้เรียนต้องการเรียนรู้ ตามความคิดเห็นผู้เรียนแต่ละคน หลังจากนั้นผู้เรียนแต่ละคน ได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับ การคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะในระหว่างที่ผู้เรียนทำกิจกรรมสำรวจและค้นหา เป็นโอกาสที่ผู้เรียนจะได้ตรวจสอบ หรือเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของผู้เรียนที่ยังไม่ถูกต้องและยังไม่สมบูรณ์ โดยการให้

ผู้เรียนอธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้เรียน ครูควรระลึกลู่เสมอ เกี่ยวกับความสามารถของผู้เรียนตามประเด็นปัญหา ผลจากการที่ผู้เรียนมีใจจดจ่อ ในการทำกิจกรรม ผู้เรียนควรจะสามารถเชื่อมโยงการสังเกต การจำแนกตัวแปร และคำถามเกี่ยวกับเหตุการณ์นั้นได้

1.2.3 การอธิบาย เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายความคิดรวบยอด ที่ได้จากการสำรวจและค้นหา ครูควรให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน เกี่ยวกับทักษะหรือพฤติกรรมการเรียนรู้ การอธิบายนั้นต้องการให้ผู้เรียนได้ใช้ข้อสรุปร่วมกันในการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ ในช่วงเวลาที่เหมาะสมนี้ครูควรชี้แนะผู้เรียนเกี่ยวกับการสรุป และการอธิบายรายละเอียด แต่อย่างไรก็ตามครูควรระลึกลู่เสมอว่า กิจกรรมเหล่านี้ ยังคงเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง นั่นคือ ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายด้วยตัวผู้เรียนเอง บทบาทของครูเพียงแต่ชี้แนะผ่านทางกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสอย่างเต็มที่ในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้ชัดเจน ในที่สุดผู้เรียนควรจะสามารถอธิบายความคิดรวบยอดได้อย่างเข้าใจ โดยเชื่อมโยงประสบการณ์ความรู้เดิม และสิ่งที่เรียนรู้เข้าด้วยกัน

1.2.4 การขยายความรู้ เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ยืนยัน และขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจ ในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น และยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและปฏิบัติตามที่ผู้เรียนต้องการ ในกรณีที่ผู้เรียนไม่เข้าใจหรือยังสับสนอยู่หรืออาจจะเข้าใจเฉพาะข้อสรุป ที่ได้จากการปฏิบัติการสำรวจและค้นหาเท่านั้น ควรให้ประสบการณ์ใหม่ผู้เรียนจะได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวาง และลึกซึ้งยิ่งขึ้น เป้าหมายที่สำคัญของขั้นนี้ คือครูควรชี้แนะให้ผู้เรียนได้นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน จะทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดกระบวนการ และทักษะเพิ่มขึ้น

1.2.5 การประเมินผล เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับ เกี่ยวกับการอธิบายความรู้ ความเข้าใจของตนเอง ระหว่างการเรียนการสอนในขั้นนี้ ครูต้องกระตุ้นหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถของตนเอง และยังเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินความรู้ความเข้าใจ และพัฒนาทักษะของผู้เรียนด้วย

1.3 บทบาทของครูและผู้เรียนในกระบวนการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548: 13-18) ได้กล่าว ถึงบทบาทของครูและผู้เรียน ซึ่งแสดงแต่ละขั้นตอนและลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์ไว้ดังตาราง 1

ตาราง 1 บทบาทของครูและผู้เรียนในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งแสดงแต่ละขั้นตอน และลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทของครู	บทบาทของผู้เรียน
1. สร้างความสนใจ ครูจัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์ กระตุ้น ยั่วเยาะ หรือท้าทายทำให้ผู้เรียนสนใจ สงสัย ใคร่รู้ อยากรู้ อยากเห็น ชัดแย้ง หรือเกิดปัญหาและทำให้ผู้เรียนต้องการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง หรือแก้ปัญหา (สำรวจตรวจสอบ) ด้วยตัวของผู้เรียนเอง	1. เชื่อมโยงกับความรู้หรือประสบการณ์เดิม 2. แปลกใหม่ผู้เรียนไม่เคยพบมาก่อน 3. ยั่วเยาะ ท้าทาย น่าสนใจ ใคร่รู้ 4. เปิดโอกาสให้มีแนวทางการตรวจสอบอย่างหลากหลาย 5. นำไปสู่กระบวนการตรวจสอบด้วยตัวผู้เรียนเอง	1. สร้างความสนใจ 2. สร้างความอยากรู้อยากเห็น 3. ตั้งคำถาม กระตุ้นให้ผู้เรียนคิด 4. ปล่อยให้ผู้เรียนคิดก่อนตอบคำถามหรือไม่เร่งรีบในการตอบคำถาม 5. ดึงเอาคำตอบหรือความคิดที่ยังไม่ชัดเจนไม่สมบูรณ์ 6. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำความเข้าใจในปัญหาที่สำรวจตรวจสอบ 7. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกหรือกำหนดปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ	1. ตั้งคำถาม 2. ตอบคำถาม 3. แสดงความคิดเห็น 4. กำหนดปัญหาหรือเรื่องที่จะสำรวจตรวจสอบให้ชัดเจน 5. แสดงความสนใจ
2. สำรวจและค้นหา ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ ให้ผู้เรียนสำรวจตรวจสอบปัญหาหรือประเด็นที่ผู้เรียนสนใจใคร่รู้	1. ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง 2. ผู้เรียนทำงานตามความคิดอย่างอิสระ 3. ผู้เรียนตั้งสมมติฐานได้หลากหลาย 4. พิจารณาข้อมูลและข้อเท็จจริงที่ปรากฏแล้ว กำหนดสมมติฐานที่เป็นไปได้ 5. ผู้เรียนวางแผนแนวทางการสำรวจตรวจสอบ 6. ผู้เรียนวิเคราะห์อภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการสำรวจตรวจสอบ 7. ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติในการสำรวจตรวจสอบ	1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์กระบวนการสำรวจตรวจสอบ 2. ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ 3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ 4. ปล่อยให้ผู้เรียนในการคิดไตร่ตรองปัญหา 5. สังเกตการทำงานของนักเรียน 6. ฟังการโต้ตอบกันของผู้เรียน 7. ทำหน้าที่ในการให้คำปรึกษา 8. อำนวยความสะดวก	1. คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม 2. ตั้งสมมติฐาน 3. พิจารณาสมมติฐานที่เป็นไปได้ โดยการอภิปราย 4. ระดมความคิดเห็นในการแก้ปัญหาในการสำรวจตรวจสอบ 5. ตรวจสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบขั้นตอนถูกต้อง 6. บันทึกการสังเกตหรือผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบละเอียดรอบคอบ

ตาราง 1 (ต่อ)

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทของครู	บทบาทของผู้เรียน
3. อธิบายและลงข้อสรุป ครูจัดกิจกรรม หรือสถานการณ์ ให้ผู้เรียนวิเคราะห์ อธิบายความรู้ หรืออภิปราย ซักถาม แลกเปลี่ยน ความคิดเห็นซึ่งกันและกันเกี่ยวกับสิ่ง ที่ได้เรียนรู้ หรือสิ่งที่ได้ค้นพบเพื่อให้ ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจ ในองค์ความรู้ที่ได้อย่างชัดเจน	1. ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ตรวจสอบมานำเสนอในลักษณะ 1.1 วิเคราะห์ แผลผล 1.2 สรุปผล 1.3 อภิปรายผล 2. ผู้เรียนนำเสนอผลงานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น รูปภาพ ตาราง แผนผัง 3. มีการอภิปรายซักถามและเปลี่ยนความคิดเห็น เกี่ยวกับผลงานของผู้เรียน 4. มีการพิสูจน์ตรวจสอบให้แน่ใจ (ทำซ้ำหรือมี เอกสารอ้างอิง หรือหลักฐานชัดเจน)	1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้อธิบายผลการ สำรวจตรวจสอบและ แนวคิดด้วย คำพูดของผู้เรียนเอง 2. ให้ผู้เรียนอธิบาย โดยการเชื่อมโยง ประสบการณ์ความรู้เดิม และสิ่งที่ได้ เรียนรู้ หรือสิ่งที่ได้ค้นพบเข้าด้วยกัน 3. ให้ผู้เรียนอธิบาย โดยมีเหตุผลหลักกา หรือหลักฐานประกอบ 4. ให้ความสนใจกับคำอธิบายของผู้เรียน 5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนสรุป องค์ความรู้ ที่ได้ อย่างถูกต้องชัดเจน สมเหตุ สมผล	1. อธิบายการแก้ปัญหาหรือผลการ สำรวจตรวจสอบที่ได้ 2. อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบ สอดคล้องกับข้อมูล 3. อธิบายแบบเชื่อมโยงสัมพันธ์ และมีเหตุผลหลักการหรือหลักฐาน 4. ฟังการอธิบายของผู้อื่นแล้วคิด วิเคราะห์ 5. อภิปรายซักถามเกี่ยวกับสิ่งที่เพื่อน อธิบาย
4. ขยายความรู้ ครูจัดกิจกรรมหรือ สถานการณ์ ให้ผู้เรียนได้ขยายเพิ่มเติม หรือเติมเต็ม องค์ความรู้ใหม่ให้กว้างสมบูรณ์ กระจำ และลึกซึ้งยิ่งขึ้น	1. ให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ 2. ให้ผู้เรียนได้อธิบายและร่วมอภิปรายแสดง ความคิดเห็นเพิ่มเติมหรือเติมเต็มเพื่อให้ได้ องค์ความรู้ที่สมบูรณ์กระจำหรือลึกซึ้งขึ้น หรือขยายกรอบความรู้ความคิดให้กว้างขึ้น 3. ให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้า หรือทดลอง เพิ่มขึ้น 4. ให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่อง อื่น ๆ หรือสถานการณ์ใหม่มีการตรวจสอบ ความถูกต้อง ความชัดเจน ความสมบูรณ์ ของกระบวนการและองค์ความรู้ที่ได้	1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนอธิบายอย่างละเอียด ชัดเจน สมบูรณ์ และอภิปรายแสดง ความคิดเห็นเพิ่มเติมหรือเติมเต็ม หรือ ขยายแนวความคิดและทักษะจากการ สำรวจ ตรวจสอบ 2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้จาก การสำรวจตรวจสอบกับความรู้อื่นๆ 3. ร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม หรือเติมเต็มหรือขยายกรอบ ความรู้ ความคิด	1. ใช้ข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ ไปอธิบายหรือ ทักษะ จากการ สำรวจตรวจสอบไปใช้ในสถานการณ์ ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม 2. นำข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ ไปสร้างความรู้ใหม่ 3. นำความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับความรู้ เดิมเพื่ออธิบาย หรือนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน

ตาราง 1 (ต่อ)

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทของครู	บทบาทของผู้เรียน
5. ประเมินผล ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนวิเคราะห์วิจารณ์ หรืออภิปรายซักถามแลกเปลี่ยน องค์ ความรู้ซึ่งกันและกันในเชิงเปรียบเทียบ ประเมินปรับปรุงเพิ่มเติม หรือทบทวน ใหม่ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้	1. วิเคราะห์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน 2. วิเคราะห์หรืออภิปรายเพื่อเปรียบเทียบประเมิน ปรับปรุงหรือเพิ่มเติมทั้งกระบวนการและ องค์ความรู้ 3. เปรียบเทียบผลการสำรวจตรวจสอบกับ สมมติฐานที่กำหนดไว้	1. ถามคำถามเพื่อนำไปสู่การประเมิน 2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินกระบวนการ และผลงานด้วยตนเอง 3. ให้ผู้เรียนวิเคราะห์สิ่งที่ควรปรับปรุง แก้ไขในการสำรวจตรวจสอบทั้ง กระบวนการและองค์ความรู้ที่ได้	1. วิเคราะห์กระบวนการสร้างองค์ ความรู้ 2. ถามคำถามที่เกี่ยวข้องจากการ สังเกตหลักฐาน และคำอธิบาย เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจน สมบูรณ์และอาจนำไปสู่การ สำรวจตรวจสอบใหม่ 3. ประเมินกระบวนการและองค์ ความรู้ของตนเอง

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548: 13-18.

จากบทบาทของครูและผู้เรียนในการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es ที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ครูต้องมีบทบาทในการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยครูต้องจัดกิจกรรมสร้างความสนใจอยากรู้ อยากเห็นให้กับผู้เรียน โดยใช้คำถามกระตุ้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ ส่งเสริมให้ผู้เรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิด หรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของผู้เรียนเอง ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำสิ่งที่เรียนไปประยุกต์ใช้ หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ สังเกตผู้เรียนในการนำความคิดรวบยอด และทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ สำหรับบทบาทของผู้เรียนต้องรู้จักตั้งคำถามเป็น เพื่อไปสู่การกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน เลือกรูปแบบการตรวจสอบสมมติฐานที่เหมาะสม สรุปลองความรู้ที่ได้ นำความรู้ที่ได้จากการสืบเสาะที่ได้ไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ และวิเคราะห์ประเมินกระบวนการสร้างองค์ความรู้ของตนเองได้ จึงจะเกิดประโยชน์สูงสุดในการเรียนการสอน

2. ประโยชน์ของการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es

การสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es เป็นการสอนแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน มีประโยชน์ดังนี้ (ภพ เลหาโทพบูลย์, 2542: 156-157 ; ทิศนา ขัมมณี, 2546: 39 และพจนา ททรัพย์สมาน, 2549: 36-37)

2.1 เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนสามารถค้นพบความรู้ด้วยตนเอง จึงมีความอยากรู้ อยากเรียนอยู่ตลอดเวลา ทำให้เกิดความเข้าใจ และจดจำได้ดียิ่งขึ้น

2.2 เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ และฝึกฝนการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีการจัดระบบความคิด และวิธีสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ และถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการเรียนรู้

2.3 เป็นวิธีสอนที่ทำให้ผู้เรียนได้ทั้งความรู้และกระบวนการ ซึ่งผู้เรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนรู้เรื่องอื่น ๆ

2.4 เป็นวิธีสอนที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้โมเมนต์และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

2.5 เป็นวิธีสอนที่ทำให้ผู้เรียนจะเป็นผู้มีความสนใจที่ต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

รูปแบบการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญอีกรูปแบบหนึ่งที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คือ การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

วัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ได้พัฒนามาจากการศึกษาค้นคว้าของ Bernice McCarthy

นักการศึกษาซึ่งเชื่อในศักยภาพผู้เรียนที่มีความแตกต่างกัน โดยคำนึงถึงรูปแบบหรือวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละประเภท ต่อมาเขาได้แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ของ David Kolb ที่แบ่งรูปการเรียนรู้ตามความแตกต่างของการเรียนรู้เป็น 4 ส่วน ตามจุดตัดแกนรับรู้ และแกนกระบวนการโดยส่วนที่เป็นวงล้อแห่งการเรียนรู้เป็นลักษณะของผู้เรียน 4 แบบ Bernice McCarthy ได้ประยุกต์แนวคิดของ David Kolb โดยให้พื้นที่ 4 ส่วน ที่เกิดจากการตัดแกนของการรับรู้ และแกนกระบวนการ แทนลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 ประเภท โดยคำนึงถึงความคิดเกี่ยวกับกระบวนการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา กับธรรมชาติของการเรียนรู้

1.1 ความหมาย

วัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมุ่งส่งเสริมความถนัดของผู้เรียน และส่งเสริมการใช้สมองอย่างสมดุลกัน อันส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และได้พัฒนาผู้เรียนอย่างเต็มศักยภาพ ให้มีคุณลักษณะ ดี เก่ง มีสุข เนื่องจากได้ทำงานร่วมกัน ได้สร้างสรรค์ผลงานตามความถนัดของบุคคล รู้จักบูรณาการประสบการณ์ของตน เข้าด้วยกันอย่างมีความหมาย และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตจริง (ศักดิ์ชัย นิรัญทวิ และไพเราะ พุ่มมัน, 2543: 3; สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ, 2545: 154; อาภรณ์ ใจเที่ยง, 2550: 113 และทิศนา แคมมณี, 2552: 264)

1.2 องค์ประกอบ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง ดังนี้ (อาภรณ์ ใจเที่ยง, 2550: 113)

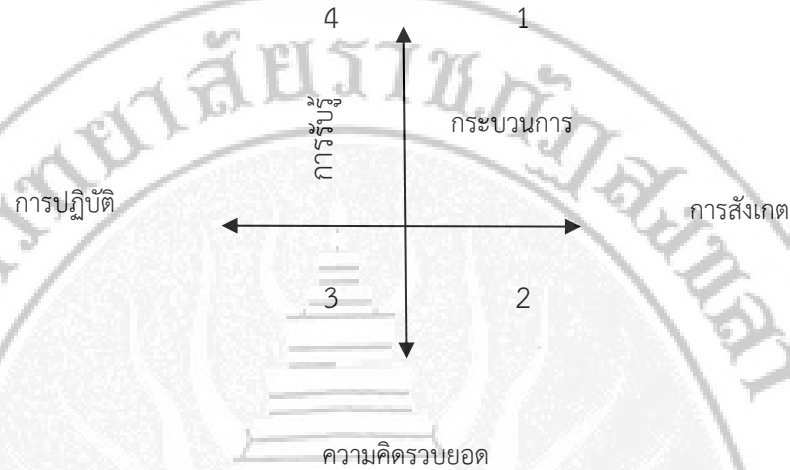
1.2.1 การเรียนรู้

David Kolb (1976 อ้างถึงใน อาภรณ์ ใจเที่ยง, 2550: 114) เชื่อว่าการเรียนรู้ประกอบด้วย 2 มิติ คือ การรับรู้ (Perception) และกระบวนการ (Processing) การเรียนรู้เกิดจากการที่คนได้รับรู้ แล้วนำข้อมูลข่าวสารไปจัดเป็นกระบวนการใหม่ตามความถนัดของตนเอง

การรับรู้ เกิดจากประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม และจากความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรม ซึ่งจะแทนด้วยแกนตั้ง

กระบวนการเรียนรู้ เกิดได้ 2 วิธี คือ จากการปฏิบัติจริงและจากการสังเกต ซึ่งจะแทนด้วยแกนนอน เมื่อแกนตั้งมาตัดกับแกนนอน ทำให้เกิดพื้นที่ 4 ส่วน ดังภาพ 3 (เอียร์ พานิช, 2544: 22-23)

ประสบการณ์ตรง



ภาพ 3 แสดงพื้นที่ 4 ส่วน ที่เกิดจากการตัดกันของแกนตั้งและแกนนอน
ที่มา: เจียร์ พาณิช, 2544: 23.

1.2.2 ความถนัดของผู้เรียน

Bernice McCarthy (1976 อ้างถึงใน อภรณ์ ใจเที่ยง, 2550: 114-115) ได้
ประยุกต์แนวคิดของ David Kolb (1976) ที่เกี่ยวกับการรับรู้และกระบวนการมาใช้โดยพื้นที่ 4 ส่วน
แทนผู้เรียน 4 แบบ ซึ่งมีความถนัดแตกต่างกัน ดังนี้

ผู้เรียนแบบที่ 1 ผู้เรียนถนัดการใช้จินตนาการ (Imaginative Learners) ผู้เรียน
ที่ถนัดทางด้านนี้มักจะสงสัยและตั้งคำถามตรงกันว่า “ทำไม” หรือ Why? ทำไมต้องเรียนเรื่องนี้

ผู้เรียนแบบที่ 2 ผู้เรียนถนัดการวิเคราะห์ (Analytic Learners) ผู้เรียนที่ถนัด
ทางด้านนี้มักจะชอบคิดวิเคราะห์และจะตั้งคำถาม ว่า “อะไร” หรือ What? ข้อเท็จจริงคืออะไร เรา
จะเรียนอะไรกัน

ผู้เรียนแบบที่ 3 ผู้เรียนถนัดใช้สามัญสำนึก (Commonsense Learners) ผู้เรียน
ที่ถนัดด้านนี้มักจะตั้งคำถามว่า “อย่างไร” หรือ How? เราจะเรียนเรื่องนี้อย่างไร หรือจะทำได้อย่างไร

ผู้เรียนแบบที่ 4 ผู้เรียนที่สนใจ ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (Dynamic Learners)
เป็นผู้เรียนที่คำนึงถึงการนำไปใช้ มักจะตั้งคำถามว่า “ถ้า.....” หรือ IF? ถ้า...แล้วจะนำไปใช้อย่างไร

ผู้เรียนทั้ง 4 แบบแสดงได้ดังภาพ 4



ภาพ 4 แสดงรูปแบบของผู้เรียน 4 แบบ ตามความแตกต่างของการเรียนรู้
 ที่มา: เจียร พานิช, 2544: 25.

1.2.3 การใช้สมอง 2 ซีกอย่างสมดุลกัน

Roger Sperry (1972 อ้างถึงใน อภรณ์ ใจเที่ยง, 2550: 115-116) ศัลยกรรมแพทย์ ได้รับรางวัลโนเบลจากการศึกษาทดลองเกี่ยวกับสมอง พบว่า สมอง 2 ซีก มีความถนัดในเรื่องที่แตกต่างกันคือ

สมองซีกซ้าย มีความถนัดเกี่ยวกับภาษา การฟัง ความจำ การวิเคราะห์ การจัดลำดับ การคิดคำนวณสัญลักษณ์ เหตุผลเชิงตรรกะและวิทยาศาสตร์

สมองซีกขวา มีความถนัดเกี่ยวกับจินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ อารมณ์ความรู้สึก การรับรู้ภาพรวม การรับรู้ทางประสาทสัมผัส ศิลปะความงาม รูปทรง รูปแบบ สี ดนตรี มิติสัมพันธ์และการเคลื่อนไหว

ความถนัดของสมองทั้ง 2 ซีก แสดงได้ดังภาพ 5



ภาพ 5 แสดงความถนัดของสมอง 2 ซีก
ที่มา: อารมณ์ ใจเที่ยง, 2550: 116.

ผู้เรียนแต่ละคนจะมีความถนัดแตกต่างกัน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้สมองแต่ละซีก แต่การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพ ถ้าผู้เรียนได้ใช้สมองทั้ง 2 ซีก อย่างสมดุล การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มุ่งให้ผู้เรียนได้ใช้สมองซีกซ้ายและซีกขวาสลับกันไป โดยเริ่มที่สมองซีกขวาก่อน เพราะเชื่อว่าการเรียนรู้ของมนุษย์เริ่มต้นด้วยการใช้สมองซีกขวาหรือการเกิดภาพรวมก่อน แล้วจึงเป็นหน้าที่ของสมองซีกซ้ายที่กล่าวถึงรายละเอียด แล้วจบลงด้วยภาพรวมโดยใช้สมองซีกขวาอีกครั้ง ซึ่งจะได้กล่าวไว้ในขั้นตอนของการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

1.3 ขั้นตอนของการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

Bernice McCarthy (1976 อ้างถึงใน อารมณ์ ใจเที่ยง, 2550: 117-118) ได้กำหนดขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ของการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT โดยแบ่งวงล้อกระบวนการเรียนรู้ ออกเป็น 8 ขั้นตอน ที่สอดคล้องกับการใช้สมองซีกซ้ายและซีกขวาสลับกัน ดังนี้ (เจียร พานิช, 2544: 26-30; ศักดิ์ชัย นิรัฐทวี และไพเราะ พุ่มมัน, 2543: 17-25 และสุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ, 2545: 159-163)

ขั้นที่ 1 สร้างประสบการณ์ (พัฒนาสมองซีกขวา) ผู้สอนสร้างประสบการณ์ที่มีความหมาย ด้วยวิธีการกระตุ้นหรือสร้างแรงจูงใจ และให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์ดังกล่าว เป็นประสบการณ์ของตนเอง

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์ (พัฒนาสมองซีกซ้าย) ผู้สอนกระตุ้น ให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาเหตุผล ให้ฝึกทำกิจกรรมหลากหลาย โดยการแสดงความคิดเห็น และอภิปรายร่วมกัน

ขั้นที่ 3 ปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกขวา) ผู้สอนเน้นให้ โดยผู้เรียนได้วิเคราะห์อย่างไต่ตรอง นำความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงกับข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้า โดยจัดระบบ การวิเคราะห์เปรียบเทียบจัดลำดับความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียน

ขั้นที่ 4 พัฒนาทฤษฎีและความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกซ้าย) ครูให้ผู้เรียนได้รับ ข้อมูลหรือข้อเท็จจริง ตามทฤษฎีหรือความคิดรวบยอด ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ไต่ตรองจากประสบการณ์ ข้อมูล ข้อเท็จจริงที่ได้รับ เช่น จากการศึกษาไปความรู้ แหล่งวิทยากรท้องถิ่น การสาธิต

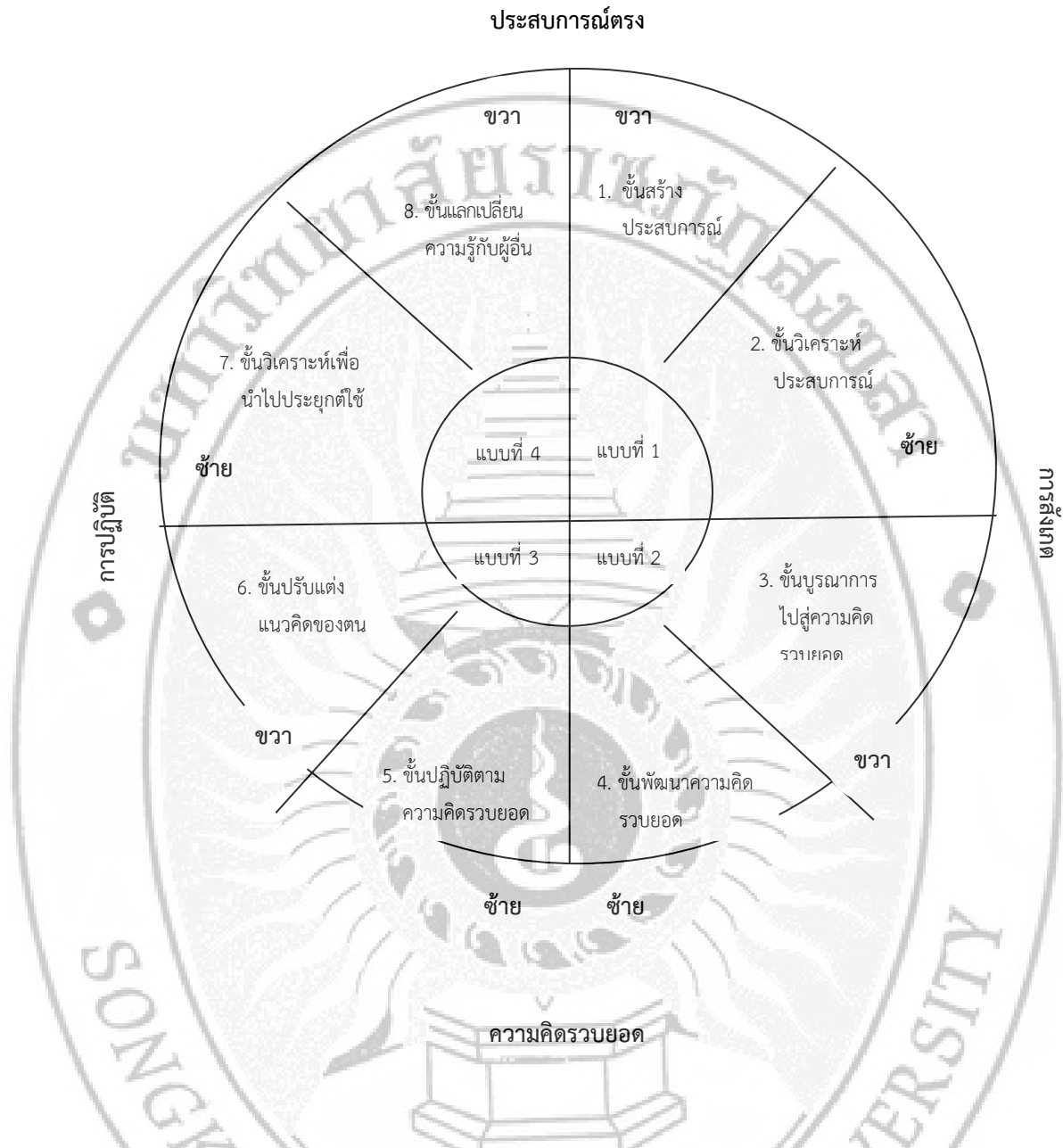
ขั้นที่ 5 ปฏิบัติตามความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกซ้าย) ผู้สอนให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ กิจกรรมทดลอง สร้างผลการทดลอง ทำแบบฝึกหัด สร้างผลการทำแบบฝึกหัดที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 6 สร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตนเอง (พัฒนาสมองซีกขวา) ผู้สอน ให้ ผู้เรียนแสดงความสามารถของตนเอง ตามความถนัด และความสนใจ เพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานของตน เป็นการแสดงถึงความเข้าใจเนื้อหาที่เรียน เช่น สมุดเล่มเล็ก แผ่นพับ

ขั้นที่ 7 วิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้ (พัฒนาสมองซีกซ้าย) ผู้สอนให้ผู้เรียน วิเคราะห์ชิ้นงานของตนเอง อธิบายขั้นตอนการทำงานอุปสรรควิธีการแก้ โดยบูรณาการประยุกต์ใช้เพื่อ เชื่อมโยงกับชีวิตจริง

ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้อื่น (พัฒนาสมองซีกขวา) ผู้สอนให้ ผู้เรียนนำผลงานของตนเองมานำเสนอ หรือจัดแสดงในรูปแบบต่าง ๆ เช่น จัดนิทรรศการ จัดป้ายนิเทศ ผู้เรียนจะแบ่งปันสิ่งที่ได้เรียนรู้มากับผู้อื่น เป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT สามารถแสดงได้ภาพ 6



ภาพ 6 แสดงการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT
 ที่มา: สுகนธ์ สิ้นธพานนท์, 2552: 187.

2. ประโยชน์ของการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4 MAT เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน (McCarthy, 1990: 31-37; และ สுகนธ์ สิ้นธพานนท์, 2552: 190) ดังต่อไปนี้

2.1 ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง

- 2.2 ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ในวิชาต่าง ๆ มาใช้ร่วมกันอย่างสร้างสรรค์
- 2.3 ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ เข้ากับประสบการณ์เดิมทำให้การเรียนรู้มีความหมายต่อผู้เรียน
- 2.4 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพทั้งที่เป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง การทำงานกลุ่ม การอภิปราย และการประยุกต์ความรู้อย่างสร้างสรรค์
- 2.5 ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นที่จะมีส่วนร่วมในการเรียนรู้
- 2.6 ผู้เรียนได้นำเสนอความรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย
- 2.7 ผู้เรียนได้เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ อย่างลึกซึ้ง ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้นำความรู้ ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 2.8 ผู้เรียนได้เรียนรู้ที่จะทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพ
- 2.9 ผู้เรียนมีแรงจูงใจที่จะเรียนมากขึ้น
- 2.10 ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนมากขึ้น
- 2.11 ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสประสบความสำเร็จ ในการเรียนรู้อย่างเท่าเทียมกัน ตามความถนัดของตนเอง
- 2.12 ช่วยพัฒนาสมองของผู้เรียนทั้งซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล
- 2.13 เป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล
- 2.14 ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนรู้จากการค้นพบสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง
- 2.15 ผู้เรียนสามารถนำความรู้และประสบการณ์ไปใช้ได้จริง
- 2.16 ส่งเสริมทักษะทางสังคมอันดีงามในตัวผู้เรียน
- จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มีประโยชน์ต่อผู้เรียน คือ ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง เชื่อมโยงความรู้กับประสบการณ์ใหม่ เสนอความรู้ได้หลากหลาย รับผิดชอบ มีทักษะทางสังคม พัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถทางสมรรถนะด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับประสบการณ์ ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีนักวัดผลการศึกษหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

กรมวิชาการ (2544: 21) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่ได้รับจากการได้เรียนรู้ ได้รับการฝึกฝน และได้รับการอบรมสั่งสอน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 7) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นความสามารถของผู้เรียนตามผลการเรียนรู้ในบทเรียนด้านต่าง ๆ ประกอบด้วย ความรู้ ความคิด กระบวนการเรียนรู้ และเจตคติ

ไพโรจน์ ชำนาญ (2550: 25) ได้กล่าวถึง ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง คุณลักษณะ และความสามารถของบุคคลที่พัฒนางอกงามขึ้น อันเนื่องมาจากผลการเรียนการสอน การฝึกอบรม ซึ่งประกอบด้วยความสามารถทางสมอง ความรู้ ทักษะ ความรู้สึก และค่านิยมต่าง ๆ

Good (1959: 6 อ้างถึงใน อัจฉรา สอนสั่ง 2552: 30) ได้กล่าวถึง ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง การเข้าถึงความรู้หรือพัฒนาทักษะการเรียนรู้ซึ่งโดยปกติพิจารณาจากคะแนนสอบหรือคะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมาย หรือทั้งสองอย่าง จากที่กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่มีความแตกต่างกันหลังจากการได้เรียนรู้ สามารถวัดได้จากแบบทดสอบหรืองานที่ได้รับ มอบหมาย และการสังเกตพฤติกรรม ซึ่งประกอบด้วยความสามารถทางสมอง ด้านความรู้ ทักษะ ความรู้สึก และ ค่านิยมต่าง ๆ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ ความคิด และด้านทักษะกระบวนการเรียนรู้ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

2. องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

Bloom (1976: 52 อ้างถึงใน อัจฉรา สอนสั่ง 2552: 31) ได้กล่าวถึง ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

1. พฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนที่ประกอบด้วยด้านความถนัดและพื้นฐานเดิมของผู้เรียน
2. คุณลักษณะด้านจิตพิสัย หมายถึง สภาพการณ์หรือแรงจูงใจ ที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ใหม่ ได้แก่ ความสนใจ และเจตคติที่มีต่อวิชาเรียน การจัดการเรียนรู้ และความคิดเห็นของตนเอง
3. คุณภาพการสอน ได้แก่ การได้รับการแนะนำ การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนการเสริมแรงจากครู และการแก้ไขข้อผิดพลาด

Klausmeier (1985, อ้างถึงใน ไพโรจน์ ชำนาญ, 2550: 25) อธิบายถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังนี้

1. คุณลักษณะของผู้เรียน ได้แก่ ความพร้อมทางสมองและทางสติปัญญาความพร้อมทางด้านร่างกาย และความสามารถทางด้านทักษะร่างกาย คุณลักษณะทางจิตใจ ได้แก่ ความสนใจ แรงจูงใจ เจตคติและค่านิยม สุขภาพ ความเข้าใจเกี่ยวกับตนเอง ความเข้าใจในสถานการณ์ อายุและเพศ
2. คุณลักษณะของครูผู้สอน ได้แก่ สติปัญญา ความเข้าใจในวิชาที่สอน การพัฒนาความรู้

ทักษะทางร่างกาย คุณลักษณะทางจิตใจ สุขภาพ ความเข้าใจเกี่ยวกับตนเอง ความเข้าใจในสถานการณ์ อายุ และเพศ

3. พฤติกรรมระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ได้แก่ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนจะต้องมีพฤติกรรมที่เป็นมิตรต่อกัน เข้าใจกัน มีความสัมพันธ์ที่ดี และมีความรู้สึกที่ดีต่อกัน

4. คุณลักษณะของกลุ่มผู้เรียน ได้แก่ โครงการของกลุ่ม ตลอดจนความสัมพันธ์ของกลุ่ม เจตคติ ความสามัคคี และภาวะผู้นำผู้ตามที่ดีของกลุ่ม

5. คุณลักษณะเฉพาะตัว ได้แก่ การตอบสนองต่อการเรียน การมีเครื่องมือ และอุปกรณ์พร้อมในการเรียน ความสนใจต่อบทเรียน

6. แรงผลักดัน ได้แก่ ครอบครัว ความสัมพันธ์ระหว่างคนในครอบครัว สิ่งแวดล้อม คุณธรรมพื้นฐานดี เช่น ขยันหมั่นเพียร ความประพฤติดี

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วยคุณลักษณะของผู้เรียน คุณภาพการสอนของครู และสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

3. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การตรวจสอบ ความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพ สมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการอบรมสั่งสอนจากครูโดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement Test) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดปริมาณความรู้ความสามารถทักษะเกี่ยวกับวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาในอดีตว่ารับรู้มากเพียงใด ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท (สมนึก ภัททิยธนี, 2546: 63) ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นเอง (Teacher Made Test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเฉพาะครั้ง เพื่อใช้ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถทางวิชาการของนักเรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน จะไม่สามารถนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่น เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปในโรงเรียน

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นแบบทดสอบที่มีกระบวนการและวิธีการที่ซับซ้อนกว่าแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง เมื่อสร้างเสร็จจะมีการนำไปทดลองใช้ แล้วนำผลมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อให้มีคุณภาพ และมีมาตรฐาน มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพนักเรียนต่างกลุ่ม

ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกตามลักษณะการตอบได้ 2 แบบ คือ

1. แบบอัตนัย (Subjective Test หรือ Essay Test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดปัญหาถามให้ และให้ผู้ตอบแสวงหาความรู้ ความเข้าใจ และความคิดตามที่โจทย์กำหนด ภายในระยะเวลาที่กำหนด การใช้ภาษาในการเขียนตอบขึ้นอยู่กับตัวผู้สอบ แบบทดสอบนี้สามารถวัดได้หลาย ๆ ด้าน ในแต่ละข้อ เช่น ความสามารถในการใช้ภาษา ความคิด เจตคติ และอื่น ๆ

2. แบบปรนัย (Objective Test) เป็นแบบทดสอบที่มีคำตอบไว้ให้แล้ว ผู้สอบต้องตัดสินใจ

เลือกข้อที่ต้องการ หรือพิจารณาข้อความที่ให้ว่าถูกหรือผิด ได้แก่ แบบถูกผิด (True Flase) แบบเติมคำ (Completion) หรือตอบสั้น ๆ (Short Answer) แบบจับคู่ (Matching) แบบจัดลำดับ (Rearrangement) และแบบเลือกตอบ (Multiple Choices)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 7) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวัดความสามารถของผู้เรียนตามผลการเรียนรู้ในบทเรียนต่าง ๆ ประกอบด้วย ความรู้ ความคิด กระบวนการเรียนรู้ และเจตคติ สามารถแสดงได้ดังภาพ 7



ภาพ 7 แสดงการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 7.

สำหรับเป้าหมายของการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีเป้าหมายสำคัญที่ต้องวัดประเมินผล สามารถจำแนกได้ 3 ด้าน ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 11)

1. ความรู้ ความคิด

ความรู้ ความคิด หมายถึง ความรอบรู้ในหลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง เนื้อหา หรือแนวคิดหลัก ซึ่งสามารถประเมินได้จากพฤติกรรม การแสดงออก ดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงพฤติกรรมกรรมการแสดงออกด้านความรู้ ความคิด

ความรู้ ความคิด	พฤติกรรมกรรมการแสดงออก
1. ความรู้ ความจำ	1. รู้ข้อเท็จจริง จำได้หรือระลึกถึงข้อมูลหรือข้อสนเทศ
2. ความเข้าใจ	2. มีความเข้าใจและสามารถอธิบายได้
3. การนำไปใช้	3. การนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง
4. วิเคราะห์	4. แยกแนวคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็นส่วน ๆ ให้เข้าใจได้ง่าย
5. สังเคราะห์	5. รวบรวมความรู้และข้อเท็จจริงเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่
6. ประเมินค่า	6. ตัดสินใจเลือก

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 11.

ในการประเมินโดยการทดสอบข้อเขียน ไม่สามารถวัดผลประเมินผลความรู้ความคิดใน ส่วนของการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า ได้มากพอที่จะส่งเสริมผู้เรียน ให้พัฒนาความคิด ระดับสูง จึงต้องมีการประเมินการแสดงออกของผู้เรียนจากการลงมือปฏิบัติจริง (สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 11)

2. กระบวนการเรียนรู้

ความสามารถด้านกระบวนการเรียนรู้ ประกอบด้วย ทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ การประยุกต์ใช้ การลงมือปฏิบัติจริง แสดงออกถึงเข้าใจปัญหา และทักษะปฏิบัติ สำหรับกระบวนการเรียนรู้รวมไปถึงการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา การสื่อสาร และการนำความรู้ไปใช้ สามารถประเมินพฤติกรรมกรรมการแสดงออกของผู้เรียนได้ดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงพฤติกรรมกรรมการแสดงออกด้านกระบวนการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้	พฤติกรรมกรรมการแสดงออก
1. การสืบเสาะหาความรู้ วิทยาศาสตร์	มีการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย <ol style="list-style-type: none"> 1) ความสนใจในเรื่องที่จะเรียน 2) การสำรวจและค้นหา 3) การอธิบายและลงสรุป 4) การขยายความรู้ 5) การประเมิน
2. การแก้ปัญหา	มีการใช้กระบวนการแก้ปัญหา ประกอบด้วย <ol style="list-style-type: none"> 1) การทำความเข้าใจกับปัญหา 2) การวางแผนแก้ปัญหา 3) การลงมือแก้ปัญหาและประเมินผลการแก้ปัญหา 4) การตรวจสอบการแก้ปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับปัญหาอื่น
3. การสื่อสาร	มีการสื่อสารความรู้หรือแนวคิดหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือความคิดเห็นแสดงออกด้วยการ <ol style="list-style-type: none"> 1) ให้ความคิดเห็นหรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้ 2) พูดหรือเขียนในรูปแบบที่เหมาะสม ชัดเจน และมีเหตุผล 3) อธิบายหรือเขียนสรุป เรื่องราวการสืบค้นข้อมูล จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ
4. การนำความรู้ไปใช้	มีการนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมการดำรงชีวิตและตระหนักในความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แสดงออกด้วยการ <ol style="list-style-type: none"> 1) ค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2) ใช้เทคโนโลยีช่วยออกแบบสิ่งประดิษฐ์ อุปกรณ์และวิธีการแก้ปัญหา 3) รวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทางเทคโนโลยีเลือกใช้เทคโนโลยีอย่างมีวิจารณญาณ

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 12-13.

กระบวนการเรียนรู้ดังกล่าว สามารถตรวจสอบและประเมินได้จากการปฏิบัติงานและผลงานของผู้เรียน

สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัย วัดและประเมินผล กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา การสื่อสารในรูปแบบการเขียนรายงาน และการนำเสนอผลการทำโครงการ และการนำความรู้เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุนไปใช้ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

โครงการวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ ที่มีการสืบเสาะหาความรู้ การลงมือปฏิบัติจริง

และสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้ทำโครงการมีอิสระในการนำความรู้ หลักการ แนวคิดหลัก ข้อเท็จจริง ทางวิทยาศาสตร์ การคิดระดับสูง ความสามารถ และประสบการณ์เดิม รวมถึง การนำกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหา ซึ่งจำแนกได้เป็น (1) โครงการประเภทสำรวจ (2) โครงการประเภท ทดลอง (3) โครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์ และ (4) โครงการประเภททฤษฎี (สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 75)

ขั้นตอนสำคัญในการทำโครงการวิทยาศาสตร์มีดังนี้

1. การกำหนดปัญหาและการทำความเข้าใจกับปัญหา

ปัญหาที่ศึกษาควรได้มาจากความสนใจของผู้เรียน ซึ่งอาจมาจากเหตุการณ์ที่พบเห็น ในชีวิตประจำวัน หรือความต้องการหาคำตอบในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้ ตามหลักสูตร ใน ขั้นนี้ ครูผู้สอนจะมีบทบาทเป็นที่ปรึกษาเพื่อช่วยเหลือ และส่งเสริมให้ผู้เรียนกำหนดปัญหา กำหนด วัตถุประสงค์ ตั้งสมมติฐาน รวมทั้งการศึกษาหาความรู้ และสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2. การวางแผนการทำโครงการ

การวางแผนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนสำคัญที่ประกอบด้วยการศึกษาเอกสาร ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา การออกแบบการแก้ปัญหาตามประเภทของโครงการโดยการกำหนดวิธีการ ดำเนินงาน การเลือกเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ การเสนอวิธีการควบคุมตัวแปร การรวบรวมข้อมูล และการจัดกระทำข้อมูล

3. การลงมือทำโครงการ

ในขั้นตอนนี้เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ ผลที่ได้จะนำมารวบรวมบันทึก วิเคราะห์ และแปลความหมาย เพื่อนำไปสู่การลงข้อสรุปผลการทำโครงการในเรื่องนั้น รวมทั้งให้ข้อ เสนอแนะเพื่อนำไปประยุกต์หรือเชื่อมโยงกับเรื่องอื่น

4. การเขียนรายงาน

การเขียนรายงานเป็นการเสนอผลงาน จากการทำโครงการอย่างเป็นทางการเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ ซึ่งมีประเด็นที่ควรนำเสนอในรายงานการทำโครงการคือ บทคัดย่อ หลักการ และเหตุผล ที่มาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ ทฤษฎี และหลักการหรือแนวคิดหลัก การ ตั้งสมมติฐาน อุปกรณ์ที่ใช้ วิธีการศึกษา ผลที่ได้จากการศึกษา การแปลผล การสรุปผล การให้ข้อเสนอแนะ และการประยุกต์ใช้ และเอกสารอ้างอิง

5. การแสดงผลงาน

ผลงานที่ได้จากการทำโครงการถือเป็นหลักฐาน ร่องรอยที่สำคัญแสดงถึงความรู้ ความสามารถหรือผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ด้านทักษะการสื่อสาร การเขียน การสาธิต ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ และความสามารถในการบูรณาการความรู้กับทักษะด้านต่าง ๆ

มีงานวิจัยที่สนับสนุนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียน ด้วยกระบวนการทำโครงการ

วิทยาศาสตร์คือ งานวิจัยของสธน เสนาสวัสดิ์ (2548) ได้ทำการศึกษากระบวนการเรียนรู้ ความรู้ความเข้าใจ เรื่องสิ่งแวดล้อมและการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ตามแนว คอนสตรัคชันนิซึม ผลการวิจัยพบว่า คະແນວເຊື້ຍຂອງກະບວນການຮຽນຮູ້ ຂອງຜູ້ຮຽນຢູ່ໃນລະດັບດີຫຼາຍ ນັກຮຽນມີຄວາມຮູ້ ຄວາມເຂົ້າໃຈເລື່ອງສິ່ງແວດລ້ອມ ແລະສາມາດໃຊ້ກະບວນການທາງວິທະຍາສາດໃນການເຮັດໂຄງການວິທະຍາສາດໄດ້

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง การตรวจสอบ ความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการอบรมสั่งสอนจากครู โดยใช้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งมีทั้งแบบอัตนัยและปรนัย สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ ความคิด ตามแนวการวัดและประเมินผลของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วยแบบทดสอบ แบบปรนัย และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านกระบวนการเรียนรู้จากผลงานในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ด้วยแบบทดสอบอัตนัย

เจตคติ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับเจตคติ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ความหมายของเจตคติ

มีนักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของเจตคติไว้ดังนี้

Robbins (1993: 177 อ้างถึงใน อัจฉรา สอนสัง 2552: 42) กล่าวว่า เจตคติเป็นการประเมิน สิ่งที่ชอบหรือไม่ชอบเกี่ยวกับวัตถุหรือบุคคล

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2546: 243) กล่าวว่า เจตคติเป็นเรื่องของความชอบ ความไม่ชอบ ความลำเอียง ความคิดเห็น ความรู้สึกเชื่อฝังใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง มักจะเกิดขึ้นเมื่อเรารับรู้หรือประเมิน ผู้คน เหตุการณ์ในสังคม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 14-15) กล่าวว่า เจตคติ เป็น จิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกทางจิตใจ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า เจตคติเป็นจิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกทางจิตใจ ชอบหรือไม่ชอบ เกี่ยวกับวัตถุหรือบุคคล

2. องค์ประกอบของเจตคติ

องค์ประกอบของเจตคติได้มีนักการศึกษากล่าวไว้ดังนี้

สุชา จันทร์เอม (2539 อ้างถึงใน คำภา ศรีแพ่ง, 2550: 40) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบด้าน เจตคติว่ามี 3 ประการดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความรู้และความเข้าใจ (Cognitive Component) หมายถึง เมื่อ บุคคลมีความรู้ ความเข้าใจต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด แล้วสรุปเป็นความเชื่อของตนเอง

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Affective Component) เป็นผลที่ต่อเนื่องมาจากองค์ประกอบแรก กล่าวคือ เมื่อมีความเชื่อนั้นแล้วก็แสดงความรู้สึกที่มีต่อสิ่งนั้น ๆ ออกมาเป็นความรู้สึกพอใจ ไม่พอใจ หรือเฉย ๆ เป็นต้น

3. องค์ประกอบด้านด้านการกระทำ (Psychomotor Component) เมื่อบุคคลใดมีความรู้และมีความเข้าใจ จนกลายเป็นความสามารถ เช่น รับรู้ และเข้าใจว่าการเรียนวิชาภาษาอังกฤษสนุกสนาน จะสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย ก็เกิดความรู้สึกที่จะได้เรียนทำให้มีการแสดงออกทางการกระทำโดยตั้งใจเรียน

Triandis (1971 อ้างถึงใน คำภา ศรีแพ่ง, 2550:40) ได้สรุปองค์ประกอบของเจตคติไว้ 3 ประการดังนี้

1. องค์ประกอบด้านพุทธิปัญญา (Cognitive Component) หมายถึง องค์ประกอบด้านความรู้ และความเข้าใจของบุคคลต่อสิ่งเร้า เพื่อใช้เป็นเหตุผลในการสรุปรวมเป็นความเชื่อ

2. องค์ประกอบด้านท่าทีความรู้สึก (Affective Component) หมายถึง ส่วนประกอบทางด้านอารมณ์ ความรู้สึก ซึ่งเป็นตัวเร้าความคิดอีกต่อหนึ่ง ถ้าบุคคลมีภาวะความรู้สึกที่ดีหรือไม่ดี ขณะที่คิดสิ่งใดสิ่งหนึ่งแสดงว่าบุคคลนั้นมีความรู้สึกในด้านบวกและลบตามลำดับ

3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) หมายถึง ความพร้อมหรือความโน้มเอียง เพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้าในทางสนับสนุนหรือคัดค้าน ซึ่งขึ้นอยู่กับความเชื่อหรือความรู้สึก
ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2546: 247-248) กล่าวว่า เจตคติมีองค์ประกอบ 3 ประการคือ

1. องค์ประกอบด้านความรู้ ความเข้าใจ (Cognitive Component) เป็นองค์ประกอบด้านความรู้ ความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า เพื่อเป็นเหตุเป็นผลที่จะสรุปความ และรวมเป็นความเชื่อหรือช่วยในการประเมินค่าสิ่งเร้านั้น ๆ

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึกหรืออารมณ์ (Affective Component) เป็นองค์ประกอบด้านความรู้สึก หรืออารมณ์ของบุคคลที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเร้า เป็นผลเนื่องมาจากที่บุคคลประเมินค่าสิ่งเหล่านั้น พบว่าพอใจหรือไม่พอใจ ต้องการหรือไม่ต้องการ ดีหรือเลว

3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) เป็นองค์ประกอบทางด้านความพร้อม หรือความโน้มเอียงที่บุคคลประพฤติปฏิบัติ หรือตอบสนองสิ่งเร้าในทิศทางสนับสนุนหรือคัดค้าน

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า องค์ประกอบของเจตคติ มี 3 ด้านคือ ด้านความรู้ ความเข้าใจ ด้านความรู้สึกหรืออารมณ์ และด้านพฤติกรรม

3. การวัดเจตคติ

มีนักการศึกษาได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการวัดเจตคติไว้ดังนี้

Anastasi (1988 อ้างถึงใน ประภัสสรณ์ นครเขต, 2551:21) กล่าวถึงการวัดเจตคติว่าเจตคติไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่สรุปอ้างอิงจากพฤติกรรมภายนอก

ศักดิ์ไทย สุรกิจบวร (2545: 150-152) กล่าวถึงการวัดเจตคติว่า การวัดเจตคติไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่สามารถวัดจากพฤติกรรมทางตรงและทางอ้อม วิธีการวัดแบ่งออกเป็น 3 วิธีการวัดแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. วิธีวัดทางตรง (Directive Technique) ได้แก่

1.1 วิธีสัมภาษณ์ (Interview) โดยการสอบถามผู้ที่เราวัดเจตคติ เป็นวิธีวัดที่จะต้องใช้เวลามาก เพราะต้องวัดทีละคน

1.2 ใช้แบบสอบถาม (Questionnaires) ซึ่งใช้ Attitude Scale สามารถวัดได้หลาย ๆ คน มีหลายแบบเช่น Thurston Scale Likert Scale และ Semantic Diferential Scale

2. วิธีวัดทางอ้อม (Indirective Technique) ได้แก่

2.1 ให้อ่านแล้วต่อความหมาย

2.2 ให้หาคำมาสัมพันธ์

2.3 การผูกเรื่องจากภาพ

3) ศึกษาจากสิ่งอื่นโดยไม่ต้องติดต่อกับบุคคลที่เราจะวัด (Unobtrusive Technique) เป็นวิธีการวัดเจตคติที่ต่างจากวิธีวัดทางตรงและทางอ้อม เพราะวิธีวัดแบบนี้ไม่ต้องไปเกี่ยวข้องกับผู้ที่จะวัด จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า การวัดเจตคติสามารถวัดได้จากพฤติกรรมที่แสดงออก ด้วยวิธีวัดทางตรง ทางอ้อม และศึกษาจากสิ่งอื่น สำหรับการวิจัยครั้ง ใช้วิธีวัดทางตรงโดยใช้แบบสอบถามของ Likert Scale

4. เจตคติทางวิทยาศาสตร์

หน่วยงานทางการศึกษาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544: 67) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์หรือจิตวิทยาศาสตร์ที่คาดหวังว่าจะได้รับการพัฒนา ให้เกิดขึ้นในตัวของนักเรียน โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ มีดังนี้

4.1 ความสนใจใฝ่รู้

4.2 ความซื่อสัตย์

4.3 ความอดทน มุ่งมั่น

4.4 การมีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็น

4.5 ความคิดสร้างสรรค์

4.6 มีความสงสัยและกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ

4.7 ยอมรับเมื่อมีประจักษ์พยานหรือเหตุผลที่เพียงพอ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545: 13-14) กล่าวว่า สำหรับการเรียนการสอนครูวิทยาศาสตร์ควรพยายามปลูกฝังและพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

1. ความมีเหตุผล
 - 1.1 เชื่อในความสำคัญของเหตุผล
 - 1.2 ไม่เชื่อโชคลาง คำทำนาย หรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ที่ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
 - 1.3 แสวงหาสาเหตุของเหตุการณ์ต่าง ๆ และความสัมพันธ์ของสาเหตุกับผลที่เกิดขึ้น
 - 1.4 ต้องการที่จะระบุปรากฏการณ์ต่าง ๆ นั้นเป็นอย่างไร และเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
2. มีความอยากรู้อยากเห็น
 - 2.1 มีความพยายามในการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ ซึ่งไม่สามารถอธิบายได้ด้วยความรู้สึกลึกที่มีอยู่เดิม
 - 2.2 ตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม
 - 2.3 ช่างซัก ช่างถาม ช่างอ่าน เพื่อให้ได้คำตอบเป็นความรู้สึกลึกที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น
 - 2.4 ให้ความสนใจเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ที่กำลังเป็นปัญหาที่สำคัญในชีวิต
3. ความใจกว้าง
 - 3.1 ยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ และยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผล ข้อเท็จจริง
 - 3.2 เต็มใจที่จะรับรู้ความคิดใหม่ ๆ
 - 3.3 เต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้ และความคิดเห็นแก่คนอื่น
 - 3.4 ตระหนักและยอมรับข้อจำกัดของความรู้ที่ค้นพบในปัจจุบัน
4. ความซื่อสัตย์และใจเป็นกลาง
 - 4.1 สังเกตและบันทึกผลต่าง ๆ โดยปราศจากความลำเอียง หรืออคติ
 - 4.2 ไม่นำสภาพทางสังคม เศรษฐกิจ และการเมือง มาเกี่ยวข้องกับการตีความหมายผลงานต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์
 - 4.3 ไม่ยอมให้ความชอบหรือความไม่ชอบส่วนตัว มามีอิทธิพลเหนือกว่าการตัดสินใจใด ๆ
 - 4.4 มีความมั่นคง หนักแน่นต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์
 - 4.5 เป็นผู้ที่ซื่อตรง อดทน ยุติธรรมและละเอียดรอบคอบ
5. ความเพียรพยายาม
 - 5.1 ทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายอย่างสมบูรณ์

5.2 ไม่ท้อถอยเมื่อการทดลองมีอุปสรรคหรือล้มเหลว

5.3 มีความตั้งใจ

6) การพิจารณารอบคอบก่อนการตัดสินใจ

6.1 ใช้วิจารณญาณก่อนที่จะตัดสินใจใด ๆ

6.2 ไม่ยอมรับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ว่าเป็นความจริงทันที ถ้ายังไม่มีหลักฐานที่น่าเชื่อถือ

6.3 หลีกเลี่ยงการตัดสินใจและการสรุปที่รวดเร็วเกินไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 14-15) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นลักษณะนิสัยของผู้เรียน ที่คาดหวังจะได้รับการพัฒนาในตัวผู้เรียน โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คุณลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีดังนี้

6.3.1 ความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น

6.3.2 ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ

6.3.3 ความซื่อสัตย์

6.3.4 ความประหยัด

6.3.5 ความใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

6.3.6 ความมีเหตุผล

6.3.7 การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะนิสัยของผู้เรียนที่คาดหวังจะได้รับการพัฒนาในตัวผู้เรียน โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ ความอดทน มุ่งมั่น การมีใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็น ความคิดสร้างสรรค์ มีความสงสัยและกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ และยอมรับเมื่อมีประจักษ์พยานหรือเหตุผลที่เพียงพอสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัย ทำการวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในด้านต่าง ๆ 5 ด้าน คือ

1) ความสนใจใฝ่รู้

2) มุ่งมั่น อดทน

3) ความซื่อสัตย์

4) ความมีเหตุผล

5) ความใจกว้างร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทำวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องออกเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

1. งานวิจัยในประเทศ

1.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es

จุฑารัตน์ ทองเนื้อห้า (2548: บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการคิดวิจารณ์ญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es ประกอบกับการเขียนผังโนมิตีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังการสอนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es ประกอบกับการเขียนผังโนมิตีสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการคิดวิจารณ์ญาณ หลังการสอนนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es ประกอบกับการเขียนผังโนมิตีสูงกว่านักเรียนที่สอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เบญจมาศ เกตุแก้ว (2548: บทคัดย่อ) ศึกษาทักษะการคิดขั้นสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการคิดขั้นสูง ในรายวิชาฟิสิกส์เรื่อง แสงกับทัศนูปกรณ์ ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม มีจำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 74.29 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ความรอบรู้ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม มีจำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 74.29

เพ็ญสุดา แข็งกลาง (2550: บทคัดย่อ) ศึกษาการพัฒนาผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล โดยใช้การสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

ปิยฉัตร ชัยมาลา (2550: บทคัดย่อ) ศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es ผลการศึกษาพบว่า จำนวนนักเรียนร้อยละ 77.14 มีคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

ศิริลักษณ์ นาไชย (2553: บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่น โดยใช้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es พบว่า มีนักเรียนร้อยละ 72.72 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์พบว่ามีนักเรียนร้อยละ 81.82 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

ปราณี ภูเกิตพิมพ์ (2546: บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดเห็นของนักเรียน และผู้วิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการสอน โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT วิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นและปรากฏการณ์ของคลื่น กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนานาชาติ จันทบุรีธานี จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 73.83 ของคะแนนเต็ม คือผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ร้อยละ 70 สูงกว่าก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 33.83 สำหรับความคิดเห็นของนักเรียนและผู้วิจัยพบว่า การจัดกิจกรรม การสอนวิชาฟิสิกส์โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ง่าย มีความกระตือรือร้น สนใจ มีความสุข และสนุกสนานในการเรียน รู้จักบทบาทของตนเอง มีความมั่นใจในการแสดงออก กล้าแสดงความคิดเห็น ได้พัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวา

ยุทธการ ศรีมาชัย (2546: บทคัดย่อ) เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนหนองนาคำวิทยาคม จังหวัดขอนแก่น จำนวน 50 คน ผลการวิจัย พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น ในการเรียน มีความสนุกสนาน กล้าแสดงออก กล้าแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นนอกจากนี้นักเรียนยังมีความสามัคคีและร่วมมือกันในการทำงาน ผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เฉลี่ยร้อยละ 70.33 ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานโรงเรียนที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 และมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ทางโรงเรียนกำหนดไว้คือร้อยละ 70

รพีพรรณ เพียรเสมอ (2550: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือ เรื่อง แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความพึงพอใจในการเรียนรู้ ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนประสาทวิทยาคาร จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 85 คน เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 42 คน ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT และกลุ่มควบคุม จำนวน 43 คน ใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือครู มีประสิทธิภาพ 79.96/81.78 และ 76.40/75.40 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75 ค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.74 และ 0.67 แสดงว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นร้อยละ 74 และร้อยละ 67 ตามลำดับ นักเรียนที่เรียนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT กับนักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนไม่แตกต่างกัน นักเรียนที่

เรียนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มีความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ด้านสื่อการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผลมากกว่า นักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนด้านเนื้อหา และด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความพึงพอใจในการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน นักเรียนที่เรียนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มีความคงทนในการเรียนรู้หลังเรียนได้ทั้งหมด และนักเรียนที่เรียนตามคู่มือครูมีความคงทนในการเรียนรู้หลังเรียนเกือบทั้งหมด

คำภา ศรีแพ่ง (2550: บทคัดย่อ) ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT กับรูปแบบการสอนปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ จังหวัดลพบุรี จำนวน 60 คน ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มที่สอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอน โดยใช้รูปแบบการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ไพโรจน์ ชำนาญ (2550: บทคัดย่อ) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านเสาเล้าผักชีศรีสวัสดิ์ จังหวัดอุดรธานี จำนวน 35 คน โดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ผลการวิจัย พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ตอบสนองความแตกต่างของความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน นักเรียนได้รับการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล ช่วยให้นักเรียนที่เน้นพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาสูงขึ้น โดยมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 77.14 คะแนนวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณร้อยละ 74.29 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70

อัจฉรา สอนสั่ง (2552: บทคัดย่อ) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 วิทยาลัยอาชีวศึกษาสงขลา ที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่น ด้านความคิดริเริ่ม และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT สูงกว่าการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จรินยา นาห้วนิน (2553: บทคัดย่อ) ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬารามราชวิทยาลัย จังหวัดเลย ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es กับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT 2 ห้องเรียน ๆ ละ 30 คน ผลการวิจัย พบว่า นักเรียน ที่เรียนโดยการ

จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.3 งานวิจัยเกี่ยวกับโครงการงานวิทยาศาสตร์

สธน เสนาสวัสดิ์ (2549: บทคัดย่อ) ศึกษากระบวนการเรียนรู้ ความรู้ ความเข้าใจ เรื่อง สิ่งแวดล้อมและการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคอนสตรัคชันนิซึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนหาดใหญ่รัฐประชาสรรค์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาโครงการงานวิทยาศาสตร์ ผลวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยของกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนอยู่ระดับดีมาก นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ เรื่องสิ่งแวดล้อม และนักเรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ตามแนวคอนสตรัคชันนิซึม

ธนพล กลิ่นเมือง (2550: บทคัดย่อ) ศึกษาความสามารถในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อภูมิปัญญาท้องถิ่นของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเบญจมราชูทิศราชบุรี หลังเรียน โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es ในหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es ในหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือสูงกว่าร้อยละ 70 คะแนนเฉลี่ยเจตคติภูมิปัญญาท้องถิ่นอยู่ในระดับดี

ประพรรธน์ พละชีวะ (2550: บทคัดย่อ) ศึกษารูปแบบการสอนแบบผสมผสานโดยใช้วิธีเรียนรู้ร่วมกัน ในการเรียนการสอนโครงการงานวิทยาศาสตร์และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปราโมชวิทยารามอินทรา ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่ได้เรียนโครงการงานวิทยาศาสตร์แบบการเรียนผสมผสานด้วยการเรียนรู้ร่วมกัน จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. งานวิจัยต่างประเทศ

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es

Sibel, Sema Altun and Turgut (2011: บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปแบบการสอน แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es กับกลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน ทดสอบก่อนเรียนกับทั้งสองกลุ่ม พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน เมื่อทดสอบหลังเรียนพบว่า ทั้งสองกลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน โดยกลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุม

Porandokht Fazelian, Abdolrarim Naveh ebrahim, Saeed Soraghi (2010: บทคัดย่อ) ศึกษาผลกระทบของรูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนโรงเรียนมัธยม ได้รับการทดสอบสมมติฐาน 1) รูปแบบการสอน

แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es กับการเรียนรู้ของนักเรียน 2) รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es กับการจดจำที่เพิ่มขึ้นจากการเรียนวิทยาศาสตร์ ประชากรคือนักเรียนโรงเรียนมัธยมในเมือง Nahavand ตัวอย่างเลือกโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบคลัสเตอร์ 2 กลุ่มคือกลุ่มทดลองและการควบคุม วัดด้วยการทดสอบก่อนและหลังในระยะเวลาหกสัปดาห์ นำข้อมูลที่เกี่ยวข้องรวบรวมมาวิเคราะห์โดย ANCOVA และ MANOVA ผลที่ได้ชี้ให้เห็นว่ารูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es ทำให้การเรียนรู้และการจดจำในการเรียนวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

Ebrahim (2004 อ้างถึงใน ศิริลักษณ์ นาไชย 2553: 49) ศึกษาผลการสอน แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es กับการสอนแบบปกติ ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา จำนวน 111 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 56 คน สอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es และกลุ่มควบคุม 55 คน สอนแบบปกติ เป็น เวลา 4 สัปดาห์แล้วทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียน ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

Bower (1989 : 2605 – A อ้างถึงใน รพีพรรณ เพียรเสมอ, 2550: 70) ได้ศึกษาผลการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาพบว่า นักเรียนที่สุ่มตัวอย่างมา จำนวน 54 คน จาก 3 โรงเรียนของรัฐแคลิฟอร์เนียเหนือ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่สอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT และกลุ่มที่จำกัดการใช้หนังสือให้นักเรียนได้ใช้สมองซีกซ้ายเท่านั้น ทั้งสองกลุ่มได้รับการสอน เรื่อง การค้นพบกฎแรงโน้มถ่วงของนิวตัน ใช้เวลา 3 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

McCarthy (1997 อ้างถึงใน ยุทธการ ศรีมาชัย, 2546: 18) ได้ศึกษาผู้เรียน 4 แบบกับรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ซึ่งมีลักษณะพิเศษคือ ผู้เรียนแต่ละคนสามารถนำไปใช้ในห้องเรียน ขณะเดียวกันจะช่วยให้ผู้เรียนทั้งหมดพัฒนาขึ้นโดยเมื่อเข้าสู่วัฏจักรการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเรียนได้อย่างมีความหมาย และเป็นไปตามธรรมชาติ จากความรู้สึที่เป็นผลจากความคิดไตร่ตรอง และสุดท้ายนำไปสู่การกระทำ ครูไม่ต้องแบ่งนักเรียนเป็นแบบต่าง ๆ แต่ช่วยให้พวกเขาทำงานอย่างสมดุลและสมบูรณ์

Appell, Claudia Jane (1991) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า ในโรงเรียนนอกเขตออริกอนพอร์ตแลนด์โดยสุ่มครู 8 คนทำการสอนครูสี่คนแรกสอนนักเรียน 87 คน ด้วยการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT โดยใช้ขั้นตอนการเรียนการสอน Bernice McCarthy's แปดขั้นตอน ครูสี่คนหลังสอนนักเรียน 67 คน ด้วยวิธีสอนปกติ (ตาม

ตำราเรียน) ตำรามีโครงสร้างเป็นบทเรียนใน Centennial Edition (1985), Silver Burdett เกรด 5 ปีที่ 8 สอน 9 เรื่อง ตรวจสอบการสอนสองกลุ่มด้วย pretest, posttest ผลของการทดสอบก่อนและหลังถูกนำมาวิเคราะห์โดยใช้ t - test มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างทั้งสองกลุ่มของนักเรียน ในกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ประสบความสำเร็จอย่างมีนัยสำคัญ สูงกว่านักเรียนในกลุ่มตำราเรียน ไม่มีความแตกต่างระหว่างทัศนคติในทั้งสองกลุ่ม

Enver Tatar & Ramazan Dikici (2009) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT กับการสอนแบบปกติ กับนักเรียนระดับเกรดเก้า กลุ่มตัวอย่าง 58 คน ที่รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติเกี่ยวกับการดำเนินการและคุณสมบัติในวิชาคณิตศาสตร์เมื่อทดสอบวัดความรู้และเจตคติพบว่า รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มีประสิทธิภาพมากกว่าการสอนแบบปกติ

Dante L. Silva, Lilibeth D. Sabino, Edgar M. Adina, Dionisia M. Lanuza, Odilon C. Baluyot (2011) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เพื่อตรวจสอบพฤติกรรม ทัศนคติ และการศึกษาของนักเรียนซึ่งเป็นนักศึกษาวิศวกรรมชั้นปีที่สองจาก Mapua Institute เทคโนโลยี เมื่อประเมินโดยการสังเกตและสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเกิดการเรียนรู้ร่วมกันมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น เปลี่ยนแปลงทัศนคติใจกว้าง เคารพในความคิดเห็นของผู้อื่น มีความคิดสร้างสรรค์ มีความเพียรในการหาวิธีแก้ปัญหา อุดหนุนในการหาข้อมูลเพิ่มเติม มุ่งมั่นที่จะเรียนรู้และรับผิดชอบในการเรียนรู้

2.3 งานวิจัยเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์

Krajcik (1999: 288) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์ จากการศึกษา พบว่า กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ช่วยกัน ออกแบบ คิดค้น วางแผน แก้ปัญหา สร้างผลิตภัณฑ์ หรือชิ้นงาน โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ของนักเรียน การแลกเปลี่ยนความเห็น การทำงานร่วมกัน ความรับผิดชอบและความกล้าแสดงออก ครูมีหน้าที่ช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ พัฒนาตัวเองให้มีประสิทธิภาพ มีความอยากรู้อยากเห็น ทันท่วงทีและความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์มีความกระตือรือร้นที่จะทำกิจกรรม อย่างสร้างเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ครูกับนักเรียน จัดสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนให้มีความปลอดภัย มีเทคนิควิธีการสอนที่หลากหลาย สร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนความคิดเห็น และประเมินความก้าวหน้าในการเรียนอยู่ตลอดเวลา ซึ่งเป็นการวิจัยตามแนวคอนสตรัคชันนิซึม

Tien (1999: 2915A) ได้ใช้วัฏจักรการเรียนรู้ MORE (Model Observe Reflect Explain) ทดลองสอนวิชาเคมีให้นักศึกษามหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย โดยให้ทำโครงการปฏิบัติการทดลอง ซึ่ง

ประกอบด้วย การสำรวจตรวจสอบความคิดรวบยอด โดยการสืบสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการอภิปรายและการค้นพบ พบว่า กลุ่มทดลองมีเจตคติต่อวิชาเคมี ความคิดรวบยอดวิชาเคมี ทักษะการสืบสอบ และความเชื่อด้านการปฏิบัติการด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มควบคุม

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es และการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น สามารถพัฒนาการคิดวิเคราะห์ การคิดแก้ปัญหาของนักเรียน สำหรับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เป็นรูปแบบการสอนที่คำนึงถึงการเรียนรู้ที่เป็นของตนเอง โดยใช้เทคนิคการพัฒนาสองซีกซ้ายซีกขวาให้เกิดการทำงานร่วมกันอย่างสมดุล ส่งผลให้ผู้เรียนพัฒนาตามศักยภาพของตนเอง ส่วนการสอนแบบแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

