

บทที่ 5

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ และการออกแบบการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

การให้นักเรียนได้ทำการสำรวจตรวจสอบหรือการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางที่จะนำพาให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากการสำรวจตรวจสอบหรือการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการหลักที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้เรียนรู้ที่จะตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ คาดเดาสมมติฐานที่เป็นไปได้บนพื้นฐานของความรู้ที่ตนเองมีอยู่ เก็บรวบรวม จัดกระทำ และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้มาซึ่งหลักฐาน ข้อสรุป เพื่อใช้ในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์นั้น และนำเสนอให้ผู้อื่นได้พิจารณาและตรวจสอบความน่าเชื่อถือ (DeBoer, 2006) ซึ่งนักเรียนจะได้พัฒนาทั้งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ (Bybee et al., 2006) เพราะเหตุนี้แนวทางการจัดการเรียนการสอนเช่นนี้จึงได้รับการสนับสนุนอย่างมากจากนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ ดังนั้นนักการศึกษาวิทยาศาสตร์จึงพยายามพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนการสอนให้คล้าย สอดคล้อง หรือสะท้อนลักษณะสำคัญของการสำรวจตรวจสอบหรือการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์จริง ๆ ให้ได้มากที่สุด

5.1 ความหมายของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้

คำว่า “Inquiry” ที่เกี่ยวข้องกับกาจัดการเรียนรู้นั้น นักการศึกษาได้ให้ชื่อแตกต่างกันออกไป เช่น การสืบสอบ การสอบสวน การสืบสวนสอบสวน การค้นพบ การสืบเสาะ การสืบเสาะหาความรู้ เป็นต้น ซึ่ง Budnitz (2003) ได้กล่าวไว้ว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นแนวคิดที่มีความซับซ้อนและมีความหมายแตกต่างกันไปตามบริบทที่ใช้และผู้ที่ทำให้คำจำกัดความ โดยศูนย์กลางของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นั้นมีต้นกำเนิดจากวิทยาศาสตร์ ครูและ นักเรียน นอกจากนั้นยังมีนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ไว้อีกมากมาย เช่น NRC, 1996;2000 ได้กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้ คือ กิจกรรมที่ผู้เรียนศึกษาพัฒนาความรู้เกี่ยวกับการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Roehrig (2004) ที่ว่าผู้เรียนจะเรียนวิทยาศาสตร์ได้เมื่อเห็นว่าคุณสมบัติทางวิทยาศาสตร์ได้มาได้อย่างไร กรมวิชาการ (2545) อธิบายว่า นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเองผ่านกิจกรรมการสังเกต การตั้งคำถาม การอภิปรายและการสื่อสารความรู้เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยกิจกรรมต่าง ๆ ต้องเน้นให้ผู้เรียนได้คิดได้มีส่วนร่วมวางแผน ลงมือปฏิบัติ สืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูล ตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล สร้างคำอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหาหรือคำถาม และในที่สุดนักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ นอกจากนี้ กิจกรรมต่าง ๆ ควรสนับสนุนให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างแท้จริง โดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย คอยสนับสนุน ชี้แนะ

ช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน และนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดวาง แผนการเรียน มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542)

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based learning) เป็นกระบวนการจัดการ เรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา ให้โอกาสแก่นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกนำเสนอ ฝึกวิเคราะห์วิจารณ์ ฝึกสร้างองค์ความรู้ เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียน รู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ เกณฑ์หรือ วิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุม ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงหรือสร้าง สิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง โดยมีครูเป็นผู้กำกับควบคุมดำเนินการใช้คำปรึกษาชี้แนะ ช่วยเหลือ ให้กำลังใจ เป็นผู้กระตุ้น ส่งเสริมให้นักเรียนคิด รวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545)

จากแนวคิดดังกล่าว สรุปความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ ไว้ว่าเป็นเทคนิคหรือกลวิธีอย่างหนึ่งในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนเรียนรู้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะเป็นผู้สร้าง องค์ความรู้ด้วยตนเอง จากกิจกรรมต่าง ๆ ที่ครูจัดเตรียมไว้ โดยครูมีหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น โดย การใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดความพยายามในการหาคำตอบ ฝึกหัดนักเรียนได้คิด สังเกต วิเคราะห์ สังเคราะห์ ข้อมูลต่าง ๆ จนกระทั่งสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำกับควบคุมดำเนินการใช้คำปรึกษา คอยชี้แนะ ช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ปัญหาเฉพาะหน้าในระหว่างการเรียนการสอน เป็นกำลังใจ และเป็นผู้กระตุ้น ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

5.2 แนวคิดพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีรากฐานมาจากจิตวิทยาในเรื่องของการพัฒนาสมอง ของเพียต์เจ (Piaget, 1962:61) ที่ว่าคนมีกระบวนการคิดเป็นสองประการ คือ มีโครงสร้างความคิดเดิมจึงสามารถ นำเอาความคิดเดิมมาเป็นแนวคิดให้เกิดความคิดใหม่ได้ ดังนั้น โครงสร้างของกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้จึงมี 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 กระบวนการดูดซึม (Assimilation) คือ ขั้นเร้าให้เด็กนำความรู้เดิมมาใช้เป็นแนวทางให้เกิดการ คิด ซึ่งเป็นกระบวนการที่อินทรีย์ซึมซาบประสบการณ์ใหม่เข้าสู่ประสบการณ์เดิมที่เหมือนหรือคล้ายครี้งกัน แล้ว สมองก็รวบรวมปรับเปลี่ยนเหตุการณ์ใหม่เข้ากับโครงสร้างของความคิดอันเกิดจากการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม

ขั้นที่ 2 กระบวนการปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation) ในกรณีที่ความรู้เดิมเป็นแนวทางให้เกิด ความรู้ใหม่นั้นไม่ตรงกับความรู้ใหม่ก็ต้องปรับปรุงเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเพื่อให้เข้าใจความรู้ใหม่ ซึ่งเป็น กระบวนการที่ต่อเนื่องมาจากกระบวนการดูดซึม คือ ภายหลังจากที่ซึมซาบของเหตุการณ์ใหม่เข้ามา และปรับเข้า

สู่โครงสร้างเดิมแล้วถ้าปรากฏว่าประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับการซึมซาบเข้ามาให้เข้ากับประสบการณ์เดิมได้ สมองก็จะสร้างโครงสร้างใหม่ขึ้นมาเพื่อปรับให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่นั้น

ซัน (Sund. 1973; อ้างอิงใน สุวัฒน์ นิยมคำ.2531:115) ได้ระบุถึงหลักจิตวิทยาของการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า

1. ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุด ก็ต่อเมื่อนักเรียนได้ลงมือค้นคว้าความรู้ นั้น ๆ โดยตรง มากกว่าการที่จะบอกเล่าให้นักเรียนฟัง
2. การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนช่วยให้นักเรียนอยากเรียน ไม่ใช่บังคับ และผู้สอนต้องจัดกิจกรรมที่นำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าแทนที่จะให้นักเรียนเกิดความล้มเหลว
3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมความคิดให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ ให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองให้มากที่สุด

จากการทฤษฎีของ Jean Piaget ที่เป็นพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แล้วนั้นยังมีแนวคิด ทฤษฎี อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้คือ ทฤษฎีการสร้างเสริมความรู้ (Constructivism) เชื่อว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มากนักน้อย ก่อนที่ครูจะจัดการเรียนการสอนให้เน้นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนรู้อย่างเดียว และการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้น ประสบการณ์เดิมของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ (Process of Learning) ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครู หรือนักเรียนเพียงแต่จดจำแนวคิดต่าง ๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้น แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎี Constructivism เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้นเสาะหา สืบค้นตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้นการที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process)

ระดับของการสืบเสาะหาความรู้ (Level of inquiry) แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ

- 1) การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (Confirmed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ถูกค้นพบมาแล้ว โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและคำตอบ หรือองค์ความรู้ที่คาดหวังให้ผู้เรียนค้นพบ และให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือหรือใบงาน หรือตามที่ครูบรรยายบอกกล่าว

2) การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Directed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา และสาธิตหรืออธิบายการสำรวจตรวจสอบ แล้วให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการที่กำหนด

3) การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษาหรือแนะนำให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ

4) การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด เป็นผู้กำหนดปัญหา ออกแบบ และปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง

จากแนวคิดพื้นฐานในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่าแนวคิดพื้นฐานมาจากแนวคิดของ Jean piaget ซึ่งมีด้วยการ 2 ขั้นตอนคือ ขั้นที่ 1 กระบวนการดูดซึม (Assimilation) และขั้นที่ 2 กระบวนการปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation) ซึ่งการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ผู้สอนมีส่วนสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ศึกษา ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ตามแนวคิดทฤษฎี Constructivism

5.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนได้ร่วมกันประเมินการเรียนรู้ด้วยตนเองในระยะแรกได้พัฒนามาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียร์เจต ได้แก่ การปรับขยายความคิด(Assimilation) และการปรับขยายโครงสร้างความคิด (Accommodation) ซึ่งมี 2 ขั้นตอน ต่อมาได้เพิ่มเป็น 3 ขั้นตอน (Eisenkraft. 2003) คือ

1. ขั้นสำรวจ (Exploration sine Concept Exploration) นักเรียนได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับรูปธรรม เช่น วัตถุหรือเหตุการณ์ ซึ่งการนำเอาทฤษฎีการพัฒนาสติปัญญาการเรียนรู้ของ Piaget มาใช้คือ การทำให้นักเรียนขาดสมดุลก่อนเพื่อนำเข้าสู่สมดุลใหม่อีกครั้ง ส่วนประสบการณ์ที่กล่าวถึงควรมีคุณสมบัติกระตุ้นให้เกิดมโนทัศน์หรือภาระงานที่ทำหยาบ ถึงลักษณะปลายเปิด เพื่อให้ให้นักเรียนใช้วิธีแก้ไขที่หลากหลาย เช่น การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนครูมีบทบาทในการช่วยเหลือ โดยการแนะนำหรือตอบคำถามของนักเรียนเท่าที่จำเป็น ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดที่อยู่ในขอบข่ายของเรื่องที่จะเรียนได้ แก่ การแนะนำมโนทัศน์ใหม่หรือคำศัพท์ใหม่เป็นต้น

2. ขั้นสร้างมโนทัศน์ (Invention หรือ Concept Introduction หรือ Clarification) ซึ่ง Barman ระบุว่าเริ่มจากการเสนอมโนทัศน์หรือหลักการใหม่ หรือคำอธิบายเสริมเพื่อช่วยให้นักเรียนประยุกต์รูปแบบการใช้

เหตุผลในประสบการณ์ของเขา แต่เปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดของตน นั่นคือครูและนักเรียนช่วยกัน
นิยามมโนทัศน์ โดยอาจใช้สื่อการเรียนการสอนช่วยก็ได้

3. ขั้นนำมโนทัศน์ไปใช้ (Discovery หรือ Concept Application) เป็นระยะที่นักเรียนนำความรู้ มโน
ทัศน์หรือทักษะที่เกิดขึ้นไปใช้ในสถานการณ์อื่น

ต่อมาได้มีกลุ่มนักการศึกษาได้นำวิธีการนี้มาใช้และมีการพัฒนาวิธีการและขั้นตอนในการเรียนการสอน
แบบวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 4 ขั้น ดังนี้ (Barman. 1989)

1. ขั้นสำรวจ (Exploration) เป็นขั้นที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ กระตุ้นความไม่สมดุลความคิดของผู้เรียน
และช่วยให้เกิดการปรับขยายความคิด ครูรับผิดชอบการให้นักเรียนได้รับคำแนะนำ ชี้แจงและวัสดุอุปกรณ์อย่าง
เพียงพอที่มีปฏิสัมพันธ์ในทางที่สัมพันธ์กับแนวคิดคำแนะนำชี้แจงของครูต้องไม่บอกนักเรียนว่าพวกเขาควรเรียน
อะไร และต้องไม่อธิบายแนวคิดให้แนวทางและคำแนะนำเพื่อให้การสำรวจดำเนินต่อไปได้ นักเรียนรับผิดชอบต่อ
การสำรวจ วัสดุและเก็บรวบรวมและ/หรือบันทึกข้อมูลของตนเอง ครูอาศัยทักษะการถามเพื่อแนวทางการเรียนรู้
เด็กต้องมีวัสดุอุปกรณ์การเรียน และประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมด้วย ถ้าครูจะให้เด็กสร้างแนวคิดวิทยาศาสตร์
สำหรับตนเองให้ใช้คำถามแนะนำเพื่อช่วยเริ่มกระบวนการวางแผนและคำถาม ต้องนำตรงไปสู่กิจกรรมของเด็ก
เสนอแนะประเภทของบันทึกที่เด็กจะทำ และต้องไม่บอกหรืออธิบายแนวคิด อาจกล่าวถึงการสอนอย่างย่อ ๆ ได้
บางที่อาจจะเป็นในรูปจุดประสงค์ของการสอน

2. ขั้นอธิบาย (Explanation) เป็นระยะที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญน้อยลงและหาทางอำนวยความสะดวก
ทางจิตใจให้แก่ผู้เรียน จุดมุ่งหมายของระยะนี้คือครูและนักเรียนร่วมมือกันสร้างแนวคิดเกี่ยวกับบทเรียน ครูเลือก
และจัดสภาพแวดล้อมของชั้นเรียนที่พึงประสงค์ในระยะนี้จะช่วยนำไปสู่การปรับขยายโครงสร้างความคิด ดังที่
ทฤษฎีของเพียร์เจต์อธิบายไว้ นักเรียนต้องมุ่งเน้นข้อค้นพบเบื้องต้นจากการสำรวจของนักเรียน ครูต้องนำภาษา
หรือรูปแบบแนวคิดเพื่อช่วยในการปรับขยายโครงสร้างความคิด ครูแนะนำนักเรียนจนตั้งคำอธิบายของตนเอง
เกี่ยวกับแนวคิด ครูสามารถ จะแนะนำนักเรียนและงดการบอกนักเรียนในสิ่งที่นักเรียนควรจะค้นพบแล้ว
ถึงแม้ว่าความเข้าใจของนักเรียนไม่สมบูรณ์และสามารถช่วยนักเรียนให้ใช้ข้อมูลของตนสร้างแนวคิดที่ถูกต้องได้ ซึ่ง
จะนำนักเรียนไปสู่ระยะต่อไปโดยอัตโนมัติ คือ ระยะการขยายความคิด

3. ขั้นขยายความคิด (Expansion) เป็นระยะที่ควรยึดนักเรียนเป็นสำคัญให้มากที่สุดและเป็นระยะที่ช่วย
กระตุ้นความร่วมมือภายในกลุ่ม ความมุ่งหมายของระยะนี้เพื่อช่วยผู้เรียนให้สามารถจัดระเบียบประสบการณ์ทาง
ความคิดที่นักเรียนได้มาจากการค้นพบ เชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมที่คล้ายคลึงกัน และเพื่อให้ค้นพบการ
ประยุกต์ใช้สิ่งใหม่สำหรับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว แนวคิดที่สร้างขึ้นและต้องเชื่อมโยงกับความคิดอื่นหรือ
ประสบการณ์อื่นที่สัมพันธ์กัน ซึ่งครูต้องให้เด็กใช้ภาษา หรือฉลาก หรือฉายาต่าง ๆ ของแนวคิดใหม่เพื่อพวกเขาจะ
ได้เพิ่มความเข้าใจ ตรงนี้เองที่จะช่วยให้นักเรียนประยุกต์ใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้ โดยการขยายตัวอย่างหรือโดยการจัด
ประสบการณ์เชิงสำรวจเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาตัวเองของนักเรียน ความสัมพันธ์ภายในระหว่างวิทยาศาสตร์-
เทคโนโลยี-สังคม ความเติบโตทางวิชาการและการตระหนักถึงด้านอาชีพ ระยะการขยายนี้สามารถนำไปสู่ระยะการ

สำรวจบทเรียนต่อไปได้โดยอัตโนมัติ ดังนั้นวงจรต่อเนื่องสำหรับการสอนและการเรียนจึงถูกสร้างขึ้นในระยะนี้ ครูช่วยนักเรียนให้จัดระเบียบการคิดของตนโดยการเชื่อมโยงสิ่งเรียนรู้มาเข้ากับความคิดหรือประสบการณ์อื่น ๆ ซึ่งสัมพันธ์กับแนวคิดที่สร้างขึ้นในระยะนี้จะเพิ่มความคล่องตัวสำหรับความหมายของแนวคิดและเพื่อขยายขอบเขตความต้องการสำหรับเด็ก

4. ชั้นประเมิน (Evaluation) ความมุ่งหมายของระยะนี้เพื่อเป็นการทดสอบมาตรฐานการเรียนรู้ การเรียนรู้มักจะเกิดขึ้นในสัดส่วนการเพิ่มขึ้นที่น้อยกว่าการยกระดับทางความคิดที่มีการหยั่งรู้จริงที่เป็นไปได้ ดังนั้นการประเมินผลควรต่อเนื่อง ซึ่งไม่ใช่การสิ้นสุดของบทเรียนหรือวิธีการของหน่วยการเรียนรู้ การวัดหลายชนิดมีความจำเป็นต่อการจัดการประเมินโดยรวมการประเมินผลรวมแต่ละระยะของวัฏจักรการเรียนรู้ไม่ใช่เฉพาะการจัดการทำตอนสุดท้าย

ในปี ค.ศ. 1992 โครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา (Biological Science Curriculum Studies หรือ BSCS) ได้ปรับขยายรูปแบบการสอนวัฏจักรการเรียนรู้ ออกเป็น 5 ชั้น หรือเรียกว่า 5E เพื่อเป็นแนวทางสำหรับใช้ออกแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น โดย 5 ชั้นนี้ (นันทิยา บุญเคลือบ. 2540) ได้แก่

1. ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ชั้นนี้เป็นการแนะนำบทเรียนไปด้วยการชักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมาย

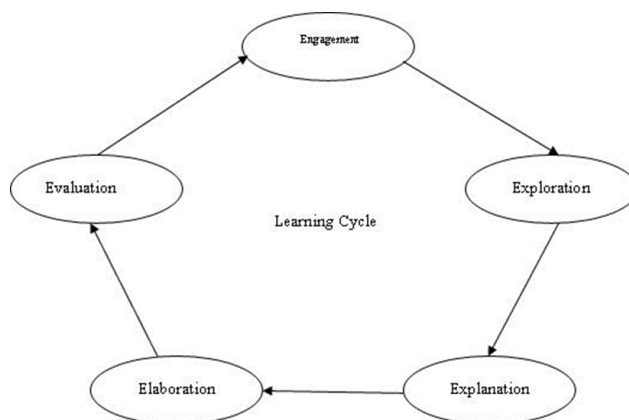
2. การสำรวจ (Exploration) ชั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าเป็นหมวดหมู่ ถ้ากิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลอง การสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติจะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเองโดยมีครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

3. การอธิบาย (Explanation) ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้มีการนำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวความคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและการนำข้อมูลมาอภิปราย

4. การลงข้อสรุป (Elaboration) ขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้มีการนำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ผ่านมาแล้วมาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายภายในกลุ่มของตนเองเพื่อลงข้อสรุปเกิดเป็นแนวความคิดหลักขึ้น นักเรียนจะปรับแนวความคิดหลักของตัวเองในกรณีที่ไม่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5. การประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินผล ด้วยตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้ในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งมีการยอมรับมากน้อยเพียงใดข้อสรุปที่จะได้จะนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาครั้งต่อไปทั้งนี้รวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

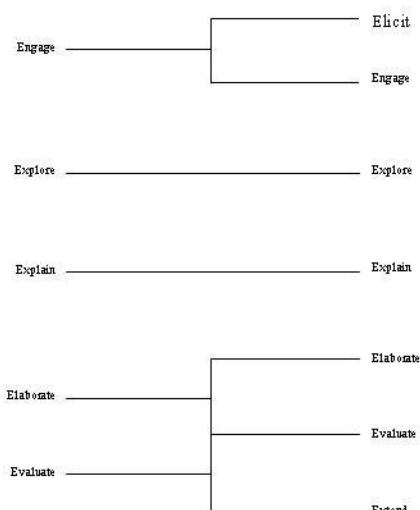
รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะการเรียนรู้ 5 ขั้น (Inquiry Cycle) สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 5.1 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546)



ภาพที่ 5.1 รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะการเรียนรู้ 5 ขั้น (Inquiry Cycle)

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546)

ต่อมาในปี ค.ศ. 2003 ได้ขยายรูปแบบการสอนโดยใช้แบบวัฏจักรการเรียนรู้จาก 5 ขั้นเป็น 7 ขั้น ซึ่งเพิ่มขึ้นมา 2 ขั้น คือ ขั้นตรวจสอบพินความรู้เดิมของเด็ก (Elicitation Phase) ในขั้นนี้เป็นขั้นที่มีความจำเป็นสำหรับการสอนที่ดีเป้าหมายที่สำคัญในขั้นนี้คือการกระตุ้นให้เด็กมีความสนใจและตื่นตัวกับการเรียน สามารถสร้างความรู้อย่างมีความหมาย และขั้นการนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้จากสิ่งที่ได้เรียนมาให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน การปรับขยายรูปแบบการสอนโดยใช้แบบวัฏจักรการเรียนรู้จาก 5E เป็น 7E แสดงได้ดังภาพที่ 5.2



ภาพที่ 5.2 การใช้แบบวัฏจักรการเรียนรู้จาก 5E เป็น 7E

การสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับ การตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลยไม่ได้และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของเด็ก จะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ขั้นของการเรียนรู้ตามแนว คิดของ Eisenkraft (2003) มีเนื้อหาสาระ ดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) ในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ครูจะตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียน ได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อครูจะได้รู้ว่า เด็กแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้เดิมเท่าไร จะได้วางแผนการสอนได้ถูกต้อง และครูได้รู้ว่านักเรียนควรจะเรียนเนื้อหาใดก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานี้ ๆ

2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจาก เหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้ออกมาแล้ว ครูเป็นคน กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะกระตุ้นโดยการเสนอประเด็นขึ้นก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา

3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) ในขั้นนี้จะต่อเนื่องจากขั้นสร้างความสนใจ ซึ่งเมื่อนักเรียน ทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางตรวจสอบ ตรวจสอบ ตั้งสมมุติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้ คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงจากแหล่งข้อมูล ต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

4. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอจากการสำรวจ ตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในด้านนี้อาจเป็นไปได้หลาย ทาง เช่น สนับสนุนสมมุติฐานที่ตั้งไว้โต้แย้งกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกันกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผล ที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

5. ขั้นขยายความคิด (Expansion Phase/Elaboration Phase) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยง กับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือ เหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขวางขึ้น

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) ในขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่า นักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในด้านอื่น ๆ

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) ในขั้นนี้เป็นที่ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ที่เรียกว่า “การถ่ายโอนการเรียนรู้”

จากขั้นตอนต่าง ๆ ในรูปแบบการสอนโดยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จะเห็นได้ว่ารูปแบบการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จะเน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญกับกาตรวจสอบความรู้เดิมของเด็กซึ่งเป็นสิ่งที่ครูไม่ควรละเลย หรือละทิ้ง เนื่องจาก การตรวจสอบพื้นความรู้เดิมของเด็กจะทำให้ครูได้ค้นพบว่านักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้น ๆ นักเรียนจะสร้างความรู้จากพื้นความรู้เดิมที่เด็กมี ทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและไม่คิดแนวความคิดที่ผิดพลาด การละเลยหรือเพิกเฉยในขั้นนี้จะทำให้ยากแก่การพัฒนาแนวความคิดของเด็กซึ่งจะไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ครูวางไว้ นอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ (Bransford, Brown and Cocking. 2000) จากรูปแบบการสอนวัฏจักรการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบ สามารถเปรียบเทียบกันได้ดังตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบ

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบ

แบบที่ 1 (3E)	แบบที่ 2 (4E)	แบบที่ 3 (5E)	แบบที่ 4 (7E)
1. ขั้นสำรวจ	1. ขั้นสำรวจ	1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 2. ขั้นสำรวจ	1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2. ขั้นสร้างความสนใจ 3. ขั้นสำรวจและค้นหา
2. ขั้นแนะนำมโนทัศน์ ขั้นแนะนำคำสำคัญ ขั้นสร้างมโนทัศน์ ขั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์	2. ขั้นอธิบาย	3. ขั้นอธิบาย	4. ขั้นอธิบาย
3. ขั้นประยุกต์ใช้ มโนทัศน์	3. ขั้นประยุกต์ใช้ มโนทัศน์ขั้นขยายมโน ทัศน์	4. ขั้นขยายหรือประยุกต์ ใช้มโนทัศน์	5. ขั้นขยายความคิด
	4. ขั้นประเมินผล	5. ขั้นประเมินผล	6. ขั้นประเมินผล 7. ขั้นนำความรู้ไปใช้

ตารางที่ 5.1 ขั้นตอนสำคัญ เป้าหมาย บทบาทของผู้สอนและลักษณะของสื่อการสอนสำหรับการสอนตาม
ขั้นตอนการสอนโดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E

ขั้นตอนสำคัญ	เป้าหมาย	บทบาทของผู้สอน	ลักษณะสื่อการสอน
1. ทบทวนความรู้เดิม (Elicit)	กระตุ้นให้ผู้เรียนแสดง ความรู้เดิมที่สามารถ เชื่อมโยงได้กับความรู้ใหม่ที่ ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ได้เรียนรู้ด้วยวิธีต่างๆ	จัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ แสดงความรู้/ความเข้าใจ ความรู้เดิม ที่เกี่ยวข้องกับ ความรู้ใหม่ที่ต้องการสอน โดยการตั้งคำถามให้ตอบ/ กระตุ้นให้เล่าเรื่องราวต่างๆ ให้ทำแบบทดสอบสั้นๆ	สื่อที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ แสดงข้อมูลที่เป็นความรู้ เดิมของสิ่งนั้นๆออกมา
2. สร้างความสนใจ (Engage)	กระตุ้นให้ผู้เรียนแสดง ความสนใจ/สงสัย/อยากรู้ คำตอบของข้อมูลที่เป็น ความรู้ใหม่ในขั้นนี้ผู้เรียน จะต้องระบุประเด็นของสิ่ง ที่สนใจ/สงสัยได้	จัดกิจกรรม/สร้าง สถานการณ์เพื่อกระตุ้น ยั ยให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ อยากเห็น กระตุ้นให้ผู้เรียน ตั้งคำถาม โดยการสาธิต/ การทดลอง/นำเสนอข้อมูล ที่น่าสงสัย/การนำข่าว/ เหตุการณ์ที่น่าสงสัย	สื่อที่สามารถกระตุ้นให้ ผู้เรียนเกิดความสงสัย ใคร่รู้ และแสดงออกมา
3. สำรวจและค้นหา (Explore)	ให้ผู้เรียนได้ทำงานใน ลักษณะต่างๆ เพื่อได้ค้นพบ คำตอบของสิ่งที่สนใจ/ สงสัย/ที่ระบุไว้ในขั้นสร้าง ความสนใจ	อำนวยความสะดวก/ให้ คำแนะนำ ส่งเสริมให้ ผู้เรียนตั้งสมมุติฐานและวางแผนการทดลอง/สื่อค้นและ รวบรวมข้อมูล เพื่อสำรวจ ตรวจสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้	สื่อที่ใช้เป็นเครื่องมือหรือ แหล่งข้อมูลให้ผู้เรียนสืบ ค้นหาคำตอบของสิ่งที่สงสัย ได้
4. อธิบายและลงข้อสรุป (Explain)	ให้ผู้เรียนคำตอบที่เป็น ข้อมูลจากการทำงานใน ขั้นสำรวจและค้นหา ประมวล/สังเคราะห์ เพ ตอบคำถามสิ่งที่สนใจ/ สงสัยที่ตั้งประเด็นไว้ในขั้น สร้างความสนใจ	ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำข้อมูล จากการสำรวจและค้นหา มาวิเคราะห์แนะนำวิธีการ จัดกระทำข้อมูลในรูปของ ตาราง กราฟ แผนภาพ ฯลฯ ใช้คำถามกระตุ้นให้ ผู้เรียนแสดงแนวโน้ม/แสดง ความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยตั้งคำถามนำทางให้ ผู้เรียนได้สรุปและที่ได้จาก	สื่อที่กระตุ้นและสนับสนุน ให้ผู้เรียนได้นำเสนอ คำอธิบายคำตอบที่ตนเอง ค้นพบจากขั้นตอนการ สำรวจและค้นหา

ขั้นตอนสำคัญ	เป้าหมาย	บทบาทของผู้สอน	ลักษณะสื่อการสอน
		การสืบค้น อย่างมีเหตุผล กระตุ้นให้ผู้เรียนตรวจสอบ ความสอดคล้องของผลการ ทดลองกับสมมติฐานที่ นักเรียนตั้งไว้	
5. ขยายความรู้ (Elaborate)	ให้ผู้เรียนได้ศึกษาข้อมูล ใหม่เพิ่มเติมจากฐานความรู้ที่ ได้ค้นพบเป็นความรู้ที่ ต่อเนื่องกันทำให้ผู้เรียนเกิด ความรู้ประเด็นเดิมแต่มี ขอบเขตกว้างขวางมากขึ้น หรือตรวจสอบความรู้เดิม ให้มีความชัดเจนสมบูรณ์ มากขึ้น	จัดสถานการณ์เพื่อกระตุ้น และอำนวยความสะดวกให้ ผู้เรียนได้ตรวจสอบ/ เพิ่มเติมความสมบูรณ์/ ขยายกรอบความคิดของ ความรู้ที่สร้างขึ้นโดย 1) ตั้ง ประเด็นให้ผู้เรียนอภิปราย แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม เกี่ยวกับความรู้ใหม่ที่ผู้เรียน นำเสนอไว้ 2) ชักถามให้ ผู้เรียนเกิดความชัดเจนหรือ กระจ่างในความรู้/ข้อ ค้นพบที่ผู้เรียนนำเสนอไว้ หรือ 3) ตั้งคำถาม/ประเด็น ให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ ใหม่ที่สร้างขึ้นกับความรู้ เดิม หรือ 4) กระตุ้นให้เกิด ข้อสงสัยใหม่ในเรื่องที่ ต่อเนื่องกับความรู้ที่ได้ ค้นพบ และเปิดโอกาสให้ ทำการสำรวจและค้นหา และอภิปรายลงข้อสรุปใหม่ อีกรอบ	สื่อที่ให้ข้อมูลหรือเป็นแหล่ง เรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ต่อเติม ความรู้ใหม่ที่มีความ ต่อเนื่องเชื่อมโยงกับความรู้ ที่ค้นพบแล้วจาก กระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ในรอบแรก
6. ประเมินผล (Evaluate)	ให้ผู้เรียนได้ประเมินผลการ เรียนรู้ของตนเองและ กระบวนการที่ทำให้เกิด การเรียนรู้	จัดสถานการณ์เพื่อกระตุ้น ให้ผู้เรียนได้ประเมินจุดเด่น จุดด้อย ในกระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ของตนเอง โดย	สื่อที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ แสดงการตัดสินใจผลการ เรียนรู้ของตนเอง หรือได้ ทบทวนว่าตนเองรู้หรือไม่รู้ สิ่งใด

ขั้นตอนสำคัญ	เป้าหมาย	บทบาทของผู้สอน	ลักษณะสื่อการสอน
		1. ให้ผู้เรียนตรวจสอบความรู้ของตนเองกับผู้เรียนคนอื่น ๆ หรือ 2. ให้ผู้เรียนพูดถึงวิธีการสืบเสาะหาความรู้ของตนเอง หรือ 3. ให้ผู้เรียนนำความรู้หรือแบบจำลอง หรือแบบแผนผังความรู้ไปอธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆ	
7. ประยุกต์ใช้ความรู้ (Extend)	ให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากการค้นพบไปใช้แก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ผลงาน	จัดสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ โดย 1. กำหนดประเด็นปัญหาให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา 2. กำหนดงานให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ในการคิดสร้างสรรค์ผลงานที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ในลักษณะต่างๆ ที่หลากหลาย	สื่อที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่สร้างได้ไปใช้ประโยชน์ในสถานการณ์ใหม่

5.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การที่จะจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ให้ประสบความสำเร็จนั้น ครูต้องมีคุณสมบัติและปฏิบัติหน้าที่ในประเด็นหลัก ๆ ต่อไปนี้ โดยตัวครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ถูกต้อง มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอ และรู้ความสามารถของตนเอง ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน ครูวิทยาศาสตร์จะมีบทบาทเป็นผู้เรียนรู้เสมอภาคกับผู้เรียนไม่ใช่ครูเป็นผู้นำการ

เรียนรู้ และสนับสนุนให้นักเรียนได้ใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ ร่วมมือร่วมใจและมีความรับผิดชอบในการทำงาน ให้นักเรียนได้มีโอกาสพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็น และให้นักเรียนเข้าใจว่าพฤติกรรมและการปฏิบัติอะไรที่ต้องแสดงออกมา (NRC, 2000)

ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน จะประสบความสำเร็จ นอกจากประเด็นดังที่กล่าวข้างบนแล้ว ในแต่ละขั้นตอนครูต้องแสดงบทบาทของตนเองดัง ตารางที่ 5.2 บทบาทครูในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน และนักเรียนต้องมีบทบาทใน ตารางที่ 5.3 บทบาทนักเรียนในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2550)

ตารางที่ 5.3 บทบาทครูในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5Es	ไม่สอดคล้องกับ 5Es
1. การสร้างความสนใจ	<ul style="list-style-type: none"> ● สร้างความสนใจ ● สร้างความอยากรู้อยากเห็น ● ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด ● ดึงเอาคำตอบที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่นักเรียนรู้ หรือแนวคิดหรือเนื้อหา 	<ul style="list-style-type: none"> ● อธิบายแนวคิด ● ให้คำจำกัดความและคำตอบ ● สรุประเด็นให้ ● จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ ● บรรยาย
2. การสำรวจและค้นหา	<ul style="list-style-type: none"> ● ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ ● สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ● ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน ● ให้นักเรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่าง ๆ ● ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> ● เตรียมคำตอบไว้ให้ ● บอกหรืออธิบายวิธีการแก้ปัญหา ● จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ ● บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก ● ให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ใช้ในการแก้ปัญหา ● นำนักเรียนแก้ปัญหาทีละขั้นตอน
3. การอธิบายและลงข้อสรุป	<ul style="list-style-type: none"> ● ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายแนวคิดหรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของตนเอง ● ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง ● ให้นักเรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความและชี้บอกส่วนต่าง ๆ ในแผนภาพ 	<ul style="list-style-type: none"> ● ยอมรับคำอธิบายโดยมีหลักฐานหรือมีเหตุผลประกอบ ● ไม่สนใจคำอธิบายของนักเรียน ● แนะนำนักเรียนโดยปราศจากการเชื่อมโยงแนวคิด หรือทักษะ

ขั้นตอนการเรียนรู้ การสอน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5Es	ไม่สอดคล้องกับ 5Es
	<ul style="list-style-type: none"> ● ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายแนวคิด 	
4. การขยายความรู้	<ul style="list-style-type: none"> ● คาดหวังให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากการชี้บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพคำจำกัดความและอธิบายสิ่งที่เรียนรู้มาแล้ว ● ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ ● ให้นักเรียนอธิบายอย่างมีความหมาย ● ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามนักเรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร 	<ul style="list-style-type: none"> ● ให้คำตอบที่ชัดเจน ● บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก ● ใช้เวลามากในการบรรยาย ● นำนักเรียนแก้ปัญหาที่ละขั้นตอน ● อธิบายวิธีแก้ปัญหา
5. การประเมินผล	<ul style="list-style-type: none"> ● สังเกตนักเรียนในการนำแนวคิดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ ● ประเมินความรู้และทักษะนักเรียน ● หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนเปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม ● ให้นักเรียนประเมินการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม ● ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น 	<ul style="list-style-type: none"> ● ทดสอบคำนิยามศัพท์และข้อเท็จจริง ● ให้แนวคิดใหม่ ● ทำให้คลุมเครือ ● ส่งเสริมการอภิปรายที่ไม่เชื่อมโยงแนวคิดหรือทักษะ

ตารางที่ 5.4 บทบาทนักเรียนในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

ขั้นตอนการเรียนรู้ การสอน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5Es	ไม่สอดคล้องกับ 5Es
3. การอธิบายและ ลงข้อสรุป	<ul style="list-style-type: none"> อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ให้คนอื่น ๆ ฟังคำถามการอธิบายจากคนอื่น ฟังและพยายามเข้าใจคำอธิบายที่นำเสนอโดยครูผู้สอน อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติ ใช้ข้อมูลจากการสังเกตประกอบคำอธิบาย 	<ul style="list-style-type: none"> เสนอคำอธิบายโดยไม่มี การเชื่อมโยงกับกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติ ยกตัวอย่างและประสบการณ์ที่ไม่สอดคล้อง ยอมรับคำอธิบายโดยไม่พิจารณา ไม่สนใจคำอธิบายของคนอื่น ๆ
4. การขยาย ความรู้	<ul style="list-style-type: none"> นำการให้ชื่อคำจำกัดความ คำอธิบายและทักษะไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม ใช้ข้อมูลเดิมเพื่อถามคำถาม เสนอการแก้ปัญหา ตัดสินใจ และออกแบบทดลอง ให้ข้อสรุปที่มีเหตุผลจากหลักฐานที่มี บันทึกการสังเกต และคำอธิบาย ตรวจสอบความเข้าใจในระหว่างกลุ่มเพื่อน 	<ul style="list-style-type: none"> ทำกิจกรรมไปเรื่อย ๆ โดยไม่มีเป้าหมายชัดเจน ไม่สนใจข้อมูลหรือหรือหลักฐานที่มีอยู่ สร้างข้อสรุปในอากาศ ใช้การอธิบายที่ได้จากครูผู้สอน
5. การประเมินผล	<ul style="list-style-type: none"> ถามคำถามปลายเปิดโดยใช้การสังเกต และหลักฐานคำอธิบายที่ยอมรับ แสดงความเข้าใจ ความรู้ใหม่ โทศน์หรือทักษะ ประเมินความก้าวหน้าและความรู้ของตนเอง ถามคำถามที่เกี่ยวข้องซึ่งนำไปสู่การสำรวจในอนาคต 	<ul style="list-style-type: none"> สร้างข้อสรุปโดยไม่มีหลักฐานหรือคำอธิบายที่เป็นที่ยอมรับมาก่อน เสนอคำตอบผิดหรือถูก คำอธิบายหรือคำจำกัดความที่เป็นความจำ ล้มเหลวที่จะอธิบายด้วยคำพูดของตนเอง เสนอแนะหัวข้อที่ไม่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 5.5 บทบาทของครูผู้สอนและบทบาทของนักเรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

ขั้นตอนการเรียนรู้	สิ่งที่ครูควรทำ	
	บทบาทของครูผู้สอน	บทบาทของนักเรียน
1. การสร้างความสนใจ	<ul style="list-style-type: none"> ● สร้างความสนใจ ● สร้างความอยากรู้อยากเห็น ● ถามคำถามที่ทำให้รู้ว่านักเรียนทราบอะไรบ้าง 	<ul style="list-style-type: none"> ● ถามคำถามตัวเอง “ทำไมจึงเป็นเช่นนี้” “ทราบอะไรเกี่ยวกับสิ่งนี้” ● แสดงความสนใจเรื่องราวที่ครูผู้สอนนำเสนอ
2. การสำรวจและค้นหา	<ul style="list-style-type: none"> ● กระตุ้นให้นักเรียนทำงาน ● สังเกตและฟังเมื่อนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน ● ถามนำเพื่อให้ นักเรียนสืบค้นเมื่อจำเป็น ● ให้คำปรึกษา 	<ul style="list-style-type: none"> ● คิดอย่างอิสระ แต่อยู่ในขอบเขตหรือข้อจำกัดของกิจกรรม ● ทดสอบสมมติฐาน ● พยายามและอภิปรายทางเลือกใหม่ ● บันทึกการสังเกตและแนวความคิด
3. การอธิบายและลงข้อสรุป	<ul style="list-style-type: none"> ● กระตุ้นให้นักเรียนอธิบายโมทัศน์และนิยามด้วยตัวนักเรียนเอง ● ถามเพื่อให้นักเรียนอธิบายแสดงผล 	<ul style="list-style-type: none"> ● อธิบายการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ ● ฟังอย่างพิจารณากับคำอธิบายของนักเรียนคนอื่น ● ฟังและประมวลความรู้ที่ครูนำเสนอ ● อธิบายโดยใช้ข้อมูลจากการสังเกต
4. การขยายความรู้	<ul style="list-style-type: none"> ● คาดหวังว่านักเรียนจะใช้ข้อมูลก่อนหน้านี้มานิยามหรืออธิบาย ● กระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์โมทัศน์และทักษะในสถานการณ์ใหม่ 	<ul style="list-style-type: none"> ● ประยุกต์ นิยาม และทักษะในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน ● ใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในการอธิบายในการตัดสินใจและออกแบบการทดลอง ● บันทึกการสังเกตและ ● การอธิบาย
5. การประเมินผล	<ul style="list-style-type: none"> ● สังเกตนักเรียน ประยุกต์โมทัศน์และทักษะใหม่ ● ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน ● บรรณาธิบายให้นักเรียนเปลี่ยนความคิดและพฤติกรรม 	<ul style="list-style-type: none"> ● ตอบคำถามปลายเปิด โดยใช้การสังเกต และข้อมูลที่เรียนรู้ไป ● ประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้ ● ถามคำถามแสดงความสัมพันธ์และกระตุ้นการสืบค้นในอนาคต