

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) ผู้วิจัยได้ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการทำวิจัยดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 2. รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle)
 3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
 4. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 6. กรอบแนวคิดในการวิจัย
1. **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**

1.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและงานอาชีพต่างๆ เครื่องมือเครื่องใช้ตลอดจนผลผลิตต่างๆ ใช้เพื่อความสะดวกในชีวิตประจำวัน และงานในอาชีพต่างๆ ในชีวิตและในการทำงาน ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมากในทางกลับกัน เทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่จะให้มีการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge - based society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy for all) เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น และนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี แต่ยังช่วยให้คนมีความรู้และความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษา ตลอดจนการพัฒนา

สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืนและที่สำคัญอย่างยิ่งคือ วิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขันกับนานาประเทศและดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข

1.2 ธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาด้วยความพยายามของมนุษย์ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific process) ในการสืบเสาะหาความรู้ (Scientific inquiry) การแก้ปัญหา โดยผ่านการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ (Investigation) การศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ และการสืบค้นคว้ามูล ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เพิ่มพูนตลอดเวลา ความรู้และกระบวนการดังกล่าวมีการถ่ายทอดต่อเนื่องกันเป็นเวลายาวนานความรู้วิทยาศาสตร์ต้องสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ เพื่อนำมาใช้อ้างอิงทั้งในการสนับสนุนหรือโต้แย้งเมื่อมีการค้นพบข้อมูล หรือหลักฐานใหม่ หรือแม้แต่ข้อมูลเดิมเดียวกัน ก็อาจเกิดความขัดแย้งขึ้นได้ถ้าหากนักวิทยาศาสตร์แปลความหมายด้วยวิธีการหรือแนวคิดที่แตกต่างกัน ความรู้วิทยาศาสตร์จึงอาจเปลี่ยนแปลงได้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ทุกคนมีส่วนร่วมได้ไม่ว่าจะอยู่ในส่วนใดของโลก วิทยาศาสตร์จึงเป็นผลจากการสร้างความรู้ของบุคคล การสื่อสารและการเผยแพร่ข้อมูลเพื่อให้เกิดความคิดในเชิงวิเคราะห์วิจารณ์มีผลให้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้งและส่งผลกระทบต่อคนในสังคมและสิ่งแวดล้อม การศึกษาค้นคว้าและการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์จึงตั้งอยู่ภายในขอบเขตคุณธรรมจริยธรรม เป็นที่ยอมรับของสังคมและเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนความรู้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีเทคโนโลยีเป็นกระบวนการในงานต่างๆ หรือกระบวนการพัฒนาปรับปรุงผลิตภัณฑ์โดยอาศัยความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมกับศาสตร์อื่น ๆ ทักษะ ประสิทธิภาพ จินตนาการและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของมนุษย์ โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการและแก้ปัญหาของมวลมนุษย์ เทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับทรัพยากร กระบวนการ และระบบการจัดการ จึงต้องใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

1.3 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต สำรวจตรวจสอบ และการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและนำผลมาจัดระบบ หลักการ แนวคิดและทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ ตั้งแต่เริ่มแรกก่อนเข้าเรียน เมื่ออยู่ในสถานศึกษาและเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้วการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะสำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี

4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

1.4 วิสัยทัศน์ เป็นมุมมองภาพในอนาคตที่มุ่งหวังว่าจะมีการพัฒนาอะไร อย่างไรซึ่งจะสอดคล้องกับการปรับเปลี่ยนของสังคม วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์กำหนดไว้เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้บริหารสถานศึกษา ผู้สอน บุคลากรทางการศึกษา ผู้เรียนและชุมชนร่วมกันพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ และปฏิบัติร่วมกันสู่ความสำเร็จ ในการกำหนดวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใช้กรอบความคิดในเรื่องของการพัฒนาการศึกษาเพื่อเตรียมคนในสังคมแห่งความรู้ และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ดังนี้

1.4.1 หลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเชื่อมโยงเนื้อหา แนวคิดหลัก และกระบวนการที่เป็นสากล แต่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงทั้งระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ และมีความยืดหยุ่นหลากหลาย

1.4.2 หลักสูตรและการเรียนการสอนต้องตอบสนองผู้เรียนที่มีความถนัดและความสนใจแตกต่างกันในการใช้วิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

1.4.3 ผู้เรียนทุกคนจะได้รับการส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการเรียนรู้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา และการคิดค้นสร้างสรรค์องค์ความรู้

1.4.4 ใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยถือว่ามีความสำคัญควบคู่กับการเรียนในสถานศึกษา

1.4.5 ใช้ยุทธศาสตร์การเรียนการสอนหลากหลายเพื่อสนองตอบความต้องการ ความสนใจและวิธีเรียนที่แตกต่างกันของผู้เรียน

1.4.6 การเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญที่ทุกคนต้องได้รับการพัฒนาเพื่อให้สามารถเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต จึงประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต

1.4.7 การเรียนการสอนต้องส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อมวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดไว้ดังนี้ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับทั้งความรู้ กระบวนการและเจตคติ ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความสงสัยเกิดคำถามในสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติรอบตัว มีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะได้ศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของคำถาม สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารคำถาม คำตอบ ข้อมูลและสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ (Natural world) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทุกคนจึงต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ เมื่อผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์โดยได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นเต้น ทำทหายการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิดลงมือปฏิบัติจริงก็จะเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นและชีวิต ทำให้สามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์สิ่งต่างๆ ได้อย่างมีเหตุผล การประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจมุ่งมั่นที่จะสังเกต สำรวจตรวจสอบ สืบค้นความรู้ที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่น และคำนึงถึงผู้เรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ ความสนใจและความถนัดแตกต่างกัน การเรียนวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เป็นการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจ ชาบซึ่งและเห็นความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้หลายๆ ด้าน เป็นความรู้แบบองค์รวม อันจะนำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ และพัฒนาคุณภาพชีวิต มีความสามารถในการจัดการ และร่วมกันดูแลรักษาโลกธรรมชาติอย่างยั่งยืน

1.5 คุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์เมื่อจบช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่1-3) ผู้เรียนที่เรียนจบช่วงชั้นที่ 3 ควรมีความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการ และจิตวิทยา ดังนี้

1.5.1 เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

1.5.2 เข้าใจสมบัติและองค์ประกอบของสารละลาย สารบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลาย และเกิดปฏิกิริยาเคมี

1.5.3 เข้าใจแรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน การสะท้อน การหักเหและความเข้มของแสง

1.5.4 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้า และหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

1.5.5 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลที่มีต่อสิ่งต่างๆ บนโลกความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

1.5.6 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การพัฒนาและผลของการพัฒนาเทคโนโลยีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1.5.7 ตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูล และสร้างองค์ความรู้

1.5.8 สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

1.5.9 ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือโครงสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

1.5.10 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่นรับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

1.5.11 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพแสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

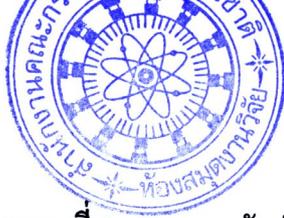
1.5.12 แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

1.5.13 ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

1.6 สาระของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดสาระหลักของวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่นักเรียนทุกคนต้องเรียนรู้ ประกอบด้วยส่วนที่เป็นเนื้อหา แนวความคิดหลักวิทยาศาสตร์ และกระบวนการสาระที่เป็นองค์ความรู้ของหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 8 หน่วยหลักดังนี้

- หน่วยที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต
- หน่วยที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
- หน่วยที่ 3 : สารและสมบัติของสาร
- หน่วยที่ 4 : แรงแและการเคลื่อนที่
- หน่วยที่ 5 : พลังงาน
- หน่วยที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก
- หน่วยที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ
- หน่วยที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.7 มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มาตรฐานการเรียนรู้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียนด้านความรู้ ความคิดทักษะ กระบวนการเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น สำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาแต่ละช่วงชั้น มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐานของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย มีดังนี้ (กรมวิชาการ, 2544) หน่วยที่ 3: สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1, ว 3.2 เพื่อใช้ในการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) หรือ 5Es มาดำเนินการ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2544 ได้กำหนดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 3 สารและสมบัติของสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ช่วงชั้นที่ 3 โดยมีผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปีดังตารางที่ 1



สำนักงานคณะกรรมการ กอ.ทบ.ช.ต.
วันที่ 12 ส.ค. 2556
เลขทะเบียน 208894
เลขเรียกหนังสือ

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ของมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1 – ม.3) กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น (ม.1-ม.3)	สาระการเรียนรู้ ม.2	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ม.2
ว.3.1 (2) สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับแบบจำลอง การจัดเรียงอนุภาคและการเคลื่อนไหวของอนุภาคของสารในสถานะต่างๆ ใช้แบบจำลอง อธิบายสมบัติ และการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร	1. การสืบค้นข้อมูลและการอภิปรายความแตกต่างของสมบัติของสารทั้งสามสถานะจากการจัดเรียงและการเคลื่อนไหวของอนุภาคของสาร	1. อธิบายความแตกต่างของสมบัติของสารทั้งสามสถานะการจัดเรียงและการเคลื่อนไหวของอนุภาคของสาร
ว.3.1 (4) ดำรวจตรวจสอบและเปรียบเทียบสมบัติของสาร อธิบายองค์ประกอบสมบัติของธาตุและสารประกอบ สามารถจำแนกและอธิบายสมบัติของธาตุกัมมันตรังสี โลหะ อโลหะ กึ่งอโลหะ และการนำไปใช้ประโยชน์	1. การทดลองตรวจสอบสมบัติของธาตุ สารประกอบ และกัมมันตรังสี 2. การอภิปรายการนำธาตุ สารประกอบ และธาตุกัมมันตรังสีไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน 3. การทดลองการสังเกต และอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติของธาตุโลหะ อโลหะ กึ่งอโลหะ	1. ตรวจสอบสมบัติของธาตุ สารประกอบ และธาตุกัมมันตรังสี 2. อธิบายและยกตัวอย่างการนำธาตุ สารประกอบและธาตุกัมมันตรังสีไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน 3. ทดลองและอธิบายสมบัติของธาตุโลหะ อโลหะ กึ่งอโลหะ
ว.3.2 (1) สังเกตสำรวจ ตรวจสอบ อภิปราย อธิบาย การเปลี่ยนแปลงสมบัติ มวล และพลังงานของสารเมื่อสารเกิดการละลายเปลี่ยนแปลงสถานะ และเกิดปฏิกิริยาเคมีรวมทั้งวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสาร	1.1 การทดลองเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี 1.2 การทดลองและอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงาน อุณหภูมิกับการเปลี่ยนแปลงของสารการละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีและการใช้ประโยชน์ 2. การทดลองเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสาร	1.1 ทดลองและอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมี 1.2. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงาน อุณหภูมิกับการเปลี่ยนแปลงของสารการละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีและยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์ 2. ทดลองและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสาร

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ของมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1 – ม.3) กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น (ม.1-ม.3)	สาระการเรียนรู้ ม.2	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ม.2
<p>ว. 3.2 (3) สังเกต สำรวจ ตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมีของปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับออกซิเจน โลหะกับน้ำ โลหะกับกรด กรดกับเบส กรดกับคาบอเนต และนำความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยาเหล่านี้ ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน</p>	<p>1.1 การทดลองและการอภิปรายการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะกับออกซิเจน โลหะกับน้ำ โลหะกับกรด กรดกับเบส และคาร์บอเนตกับกรด</p> <p>1.2 การเขียนสมการเคมี และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์</p> <p>1.3 การอภิปรายการป้องกันการสึกกร่อนของโลหะและวัสดุคาร์บอเนต</p>	<p>1.1 อธิบายการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับออกซิเจน โลหะกับน้ำ โลหะกับกรด กรดกับเบส และคาร์บอเนตกับกรด</p> <p>1.2 เขียนสมการเคมีและยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์</p> <p>1.3 อธิบายการป้องกันการสึกกร่อนของโลหะและคาร์บอเนตได้</p>
<p>ว. 3.2 (4) สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับผลของสารเคมี ปฏิกิริยาเคมีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ตระหนักถึงการใช้สารเคมีอย่างถูกต้อง คุ้มค่าปลอดภัย รู้วิธีป้องกันและแก้ไขอย่างถูกวิธี</p>	<p>1. การสืบค้นข้อมูลและอภิปรายการใช้สารเคมีในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์และระบุผลต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การบำบัดน้ำเสีย</p> <p>2. การสืบค้นข้อมูลการสำรวจสารเคมีในผลิตภัณฑ์ตามท้องตลาด การเลือกใช้อย่างถูกต้อง ปลอดภัยและคุ้มค่า</p>	<p>1. อธิบายและยกตัวอย่างการใช้สารเคมีในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์และระบุผลต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนะแนวทางในการป้องกันแก้ไข</p> <p>2. ระบุสารเคมีในผลิตภัณฑ์ตามท้องตลาดเลือกใช้อย่างถูกต้อง ปลอดภัยและคุ้มค่า</p>

(กระทรวงศึกษาธิการ, 2544)

2. รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle)

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนการสอนแบบ Inquiry Cycle ดังต่อไปนี้

2.1.1 ปรัชญาวิทยาศาสตร์แนวใหม่ คือ ความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่เกิดจากการสร้างสรรค์ของแต่ละบุคคล ซึ่งมีอิทธิพลมาจากความรู้เดิม และสิ่งแวดล้อมหรือบริบทของสังคม

2.1.2 แนวคิดของเพียเจต์ (Piaget) เกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิด คือ การที่คนเรามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด และการมีปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมนี้มีผลทำให้ระดับสติปัญญา และความคิดมีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทางสติปัญญาและความคิดมี 2 กระบวนการ คือ การปรับตัว (Adaptation) และการจัดระบบโครงสร้าง (Organization)

2.2 ทฤษฎีการเสริมสร้างความรู้ (Constructivism) เชื่อกันว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มากนักน้อย ก่อนที่ครูจะจัดการเรียนการสอนให้เน้นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง และการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้นประสบการณ์เดิมของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง ตามทฤษฎี Constructivism เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สืบตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547 อ้างถึงใน ภาณุพงศ์ แสงดี, 2550)

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle)

2.3.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีนักการศึกษาได้เรียกการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบ Inquiry แตกต่างกันไป เช่น การสอนแบบสืบสวนสอบสวน การสอนแบบสอบสวน วิธีสืบเสาะหาความรู้ และได้ให้ความหมายการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

เสริมศรี ลักษณะศิริ (2540) ได้ให้ความหมายของการสืบสวนสอบสวน (Inquiry Process) ว่าเป็นการให้นักเรียนเป็นผู้หาความรู้ด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนจะเป็นผู้กระตุ้นส่งเสริมการเรียนรู้ โดยการจัดสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดปัญหา ทำให้นักเรียนเกิดความสงสัย หรือครูผู้สอนเป็นผู้ตั้งคำถามเป็นสื่อให้นักเรียนเกิดความคิด สืบค้น และพบคำตอบของปัญหาด้วยตนเอง

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) ได้กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ให้นักเรียน ได้มีประสบการณ์ตรง ค้นพบความจริงทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ การสร้างสถานการณ์หรือปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การทดสอบสมมติฐาน โดยการทดลอง และการสรุปผล

ชาติรี เกิดธรรม (2542) ได้กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนหรือการสอนแบบ Inquiry Method หมายถึง วิธีสอนที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล จะค้นพบความรู้หรือแนวทางการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยผู้สอนตั้งคำถามประเภทกระตุ้น ให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เองและสามารถนำการแก้ปัญหามาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

สุวตัก นิยมคำ (2543 อ้างถึงใน สุนิตย์ ขอนสั๊ก, 2551) การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้า หรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งหนึ่งที่นักเรียนยังไม่เคยมีความรู้ในสิ่งนั้นมาก่อน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ

สมจิตร สวชนไพบูลย์ (2541) กล่าวว่า หลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ค้นคว้าความรู้ จะโดยทางตรงหรือทางอ้อมก็ตาม ส่วนครูจะเป็นผู้อำนวยการควบคุมแนะนำ และให้ความช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น ประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ ได้แก่ การสำรวจและการสร้างองค์ความรู้

มนมนัส สุคติสิน (2543) สรุปความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการหนึ่งที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ คิดและแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีระบบของการคิด ใช้กระบวนการของการค้นคว้าหาความรู้ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่จัดบรรยากาศการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ คิดแก้ปัญหาโดยใช้การทดลองและอภิปรายซักถามเป็นกิจกรรม หลักในการสอน

ชลลิต์ จันทราสี (2543 อ้างถึงใน สุนิตย์ ขอนสั๊ก, 2551) สรุปความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการการแสวงหาความรู้ ซึ่งครูมีหน้าที่เพียงเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือจัดเตรียมสภาพการและกิจกรรมให้เอื้อต่อกระบวนการที่ฝึกให้คิดหาเหตุผล สืบเสาะหาความรู้รวมทั้งแก้ปัญหาให้ได้โดยใช้คำถามและสื่อการเรียนการสอนต่างๆ เช่น ของจริง สถานการณ์ ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ การสำรวจค้นหาด้วยตนเอง บรรยากาศการเรียนการสอน ให้นักเรียนมีอิสระในการซักถามการอภิปรายผลและมีแรงเสริม อาจกล่าวได้ว่าเป็นการสอนให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาให้ได้โดยใช้คำถามและสื่อการเรียนการสอนต่างๆ

2.4 จิตวิทยาพื้นฐาน และระดับของการสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) ได้กล่าวถึงจิตวิทยาพื้นฐานและระดับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

2.4.1 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นต่อเมื่อผู้เรียนได้เกี่ยวข้องกับโดยตรงกับการค้นหาความรู้ต่างๆ มากกว่าการบอกให้ผู้เรียนเรียนรู้

2.4.2 การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้นั้นช่วยให้ผู้เรียนอยากเรียน ไม่ใช่บีบบังคับผู้เรียน แต่ครูต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าทดลอง

2.4.3 วิธีการนำเสนอของครูจะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิด มีความคิดสร้างสรรค์ให้โอกาสผู้เรียนได้ใช้ความคิดของตนเองมากที่สุดทั้งนี้ กิจกรรมที่จะให้ผู้เรียนทำการสำรวจตรวจสอบจะต้องเชื่อมโยงกับความรู้เดิม และผู้เรียนมีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะแสวงหาความรู้ใหม่ โดยกิจกรรมที่จัดควรเป็นกิจกรรมที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ หรือแสวงหาความรู้ใหม่

2.4.4 ระดับของการสืบเสาะหาความรู้แบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) ได้จัดลำดับของการสืบเสาะหาความรู้ดังนี้

1) การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (Confirmed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ถูกค้นพบมาแล้ว โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและคำตอบ หรือองค์ความรู้ที่คาดหวัง ให้ผู้เรียนค้นพบและให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือ หรือใบงาน หรือตามที่บรรยายบอกกล่าว

2) การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Directed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา

3) การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนวทาง (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาและเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง การสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษา หรือแนะนำให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ

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

2.5 องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินผล ซึ่งรายละเอียดทั้ง 5 ขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

1) **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรูมาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นนักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษาเมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

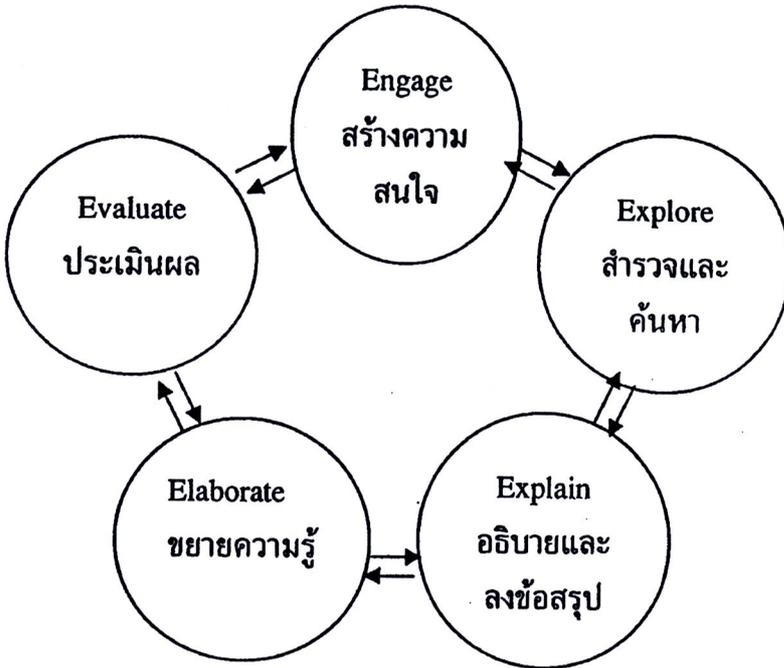
2) **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3) **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือวาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องข้อกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4) **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5) **ขั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้ะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์

หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ จึงเรียกว่า Inquiry Cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไปดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546)

2.6 วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หรือ 5Es (BSCS): บทบาทของครู

การจะจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ให้ประสบความสำเร็จนั้น ครูต้องมีคุณสมบัติและปฏิบัติหน้าที่ในประเด็นหลักๆ ต่อไปนี้ โดยตัวครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ถูกต้อง มีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอ และรู้ความสามารถของตนในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน ครูวิทยาศาสตร์จะมีบทบาทเป็นผู้เรียนรู้เสมอภาคกับผู้เรียน ไม่ใช่ครูเป็นผู้นำการเรียน และสนับสนุนให้นักเรียนใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ ร่วมมือร่วมใจและมีความรับผิดชอบในการทำงาน ให้นักเรียนได้มีโอกาสพูดคุยและแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็น และให้นักเรียนเข้าใจพฤติกรรมและการปฏิบัติอะไรที่ต้องแสดงออกมดั่งตารางที่ 2

ตารางที่ 2 วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หรือ 5Es (BSCS): บทบาทของครู

ขั้นตอนของ รูปแบบการสอน	บทบาทครู	
	สิ่งที่ควรกระทำ	สิ่งที่ไม่ควรกระทำ
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement Phase)	<ul style="list-style-type: none"> - สร้างความสนใจ - กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น - ตั้งคำถาม 	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายมโนทัศน์ - ให้นิยามหรือคำตอบ - พุดสรุป
2. ขั้นสำรวจ (Exploration Phase)	<ul style="list-style-type: none"> - ทบทวนมโนทัศน์หรือเรื่องที่นักเรียนมีความคิดมาก่อน - กระตุ้นให้นักเรียนทำงานร่วมกันโดยครูไม่สอนโดยตรง - ฟังและสังเกตปฏิสัมพันธ์ของนักเรียน - ถามคำถามเท่าที่จำเป็นเพื่อให้นักเรียนได้สืบเสาะอย่างมีทิศทางหรือเข้าร่องรอย - ให้นักเรียนในการเข้าถึงปัญหา - ปฏิบัติตนเป็นเสมือนที่ปรึกษาแก่นักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - พุดตัดบท - บรรยาย - บอกคำตอบ - บอกหรืออธิบาย - วิเคราะห์การแก้ปัญหาบอกนักเรียนว่าปฏิบัติผิด - ให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ใช้แก้ปัญหา - ชี้นำนักเรียนทีละขั้นเพื่อแก้ปัญหา
3. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)	<ul style="list-style-type: none"> - กระตุ้นให้นักเรียนอธิบายมโนทัศน์และให้คำนิยามด้วยคำพูดของตนเอง - ถามหาหลักฐานเพื่อให้นักเรียนชี้แจงมโนทัศน์ - เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ประสบการณ์เดิมเป็นฐานของการอธิบายมโนทัศน์ที่ค้นพบ - ให้คำนิยามที่เป็นแบบแผนหรืออธิบายและแสดงแผนผังเพื่อให้นักเรียนชี้แจงมโนทัศน์นั้นๆ 	<ul style="list-style-type: none"> - ละเลยหรือไม่สนใจคำอธิบายของนักเรียน - แนะนำมโนทัศน์หรือทักษะที่ไม่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เรียน

ตารางที่ 2 วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หรือ 5Es (BSCS): บทบาทของครู (ต่อ)

ขั้นตอนของ รูปแบบการสอน	บทบาทครู	
	สิ่งที่ควรกระทำ	สิ่งที่ไม่ควรกระทำ
4. ขั้นขยายหรือ ประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Elaboration Phase)	<ul style="list-style-type: none"> - คาดหวังให้นักเรียนใช้นิยามศัพท์แผนผังและคำอธิบายในขั้นที่ 3 - กระตุ้นให้นักเรียนใช้หรือขยายมโนทัศน์และทักษะในสถานการณ์ใหม่ - ตั้งคำถามให้นักเรียนทบทวนความเข้าใจของตน (เปรียบเทียบเหมือนสำรวจอีกครั้ง) เช่น นักเรียนรู้อะไร ทำไมนักเรียนต้องคิดเช่นนั้น 	<ul style="list-style-type: none"> - ให้คำตอบเกี่ยวกับนิยาม บอกว่านักเรียนผิด - ชี้นำนักเรียนที่ละขั้นเพื่อแก้ปัญหา
5. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)	<ul style="list-style-type: none"> - อนุญาตให้นักเรียนประเมินผลการเรียนรู้ของตนและกลุ่ม - ตั้งคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดว่า..... นักเรียนมีหลักฐานอะไรบ้าง นักเรียนจะอธิบาย..... ได้อย่างไร - ค้นหาหลักฐานที่นักเรียนเปลี่ยนความคิดและพฤติกรรม - สังเกตว่านักเรียนเกิดการประยุกต์ใช้มโนทัศน์และทักษะใหม่หรือไม่ - ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - ทดสอบคำศัพท์และข้อเท็จจริง - ชี้นำความคิดหรือมโนทัศน์ใหม่ - สร้างความสับสนหรือวกวน - ส่งเสริมการอภิปรายที่ไม่สัมพันธ์กับมโนทัศน์หรือทักษะนั้น

(สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547)

การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548)
กล่าวถึงขั้นตอนสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (Inquiry Cycle) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ขั้นตอนของรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (Inquiry Cycle)

ขั้นตอนการ เรียนการสอน	กิจกรรมการเรียน การสอน	ลักษณะกิจกรรม หรือสถานการณ์	บทบาทครู	บทบาทของ นักเรียน
1. สร้างความ สนใจ (Engage)	ครูจัดกิจกรรมหรือ สถานการณ์กระตุ้น หรือช่วยหรือท้าทาย ให้นักเรียนสนใจ สงสัย ใคร่อยากรู้ อยากเห็นหรือ ขัดแย้งเกิดปัญหาทำ ให้นักเรียนต้อง ศึกษาค้นคว้าทดลอง หรือแก้ไขปัญหาทำ ให้นักเรียนต้องการ ศึกษาค้นคว้าทดลอง หรือแก้ไขปัญหา (สำรวจตรวจสอบ) ด้วยตัวของนักเรียน เอง	1. เชื่อมโยงกับ ความรู้เดิม 2. แปลกใหม่ นักเรียนไม่เคยพบมา ก่อน 3. ช่วยถ้าทำ น่าสนใจใคร่รู้ 4. เปิดโอกาสให้มี แนวทางตรวจสอบ อย่างหลากหลาย 5. นำไปสู่ กระบวนการ ตรวจสอบด้วยตัว ของนักเรียนเอง	1. สร้างความ สนใจ 2. สร้างความอยาก รู้อยากเห็น 3. ตั้งคำถามกระตุ้น ให้นักเรียนคิด 4. ให้อาจารย์นักเรียน คิดก่อนตอบคำถาม 5. ตั้งคำถามตอบ หรือความคิดที่ยัง ไม่ชัดเจน ไม่ สมบูรณ์ 6. เปิดโอกาสให้ นักเรียนทำความเข้าใจ กระจ่างในปัญหาที่ สำรวจ 7. เปิดโอกาสให้ นักเรียนเลือกหรือ กำหนดปัญหาที่ สำรวจตรวจสอบ	1. ตั้งคำถาม 2. ตอบคำถาม 3. แสดงความ คิดเห็น 4. กำหนด ปัญหาหรือ เรื่องที่สำรวจ 5. แสดงความ สนใจ

ตารางที่ 3 ขั้นตอนของรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (Inquiry Cycle) (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนรู้การสอน	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ลักษณะกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทครู	บทบาทของนักเรียน
2. สำรวจและค้นหา (Explore)	ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบปัญหาหรือประเด็นที่นักเรียนสนใจ	<ol style="list-style-type: none"> นักเรียนได้เรียนรู้หรือแสวงหาคำด้วยตนเอง นักเรียนสมมติฐานได้หลากหลาย พิจารณาข้อมูลและข้อเท็จจริงที่ปรากฏแล้วกำหนดสมมติฐานที่เป็นไปได้ นักเรียนวางแผนแนวทาง นักเรียนวิเคราะห์อภิปรายเกี่ยวกับการตรวจสอบ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในการสำรวจตรวจสอบ 	<ol style="list-style-type: none"> เปิดโอกาสให้นักเรียนได้วิเคราะห์กระบวนการสำรวจตรวจสอบ ถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ส่งเสริมให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง ให้เวลานักเรียนคิดใคร่ครวญปัญหา สังเกตการทำงานของนักเรียน ฟังการโต้ตอบของนักเรียน ทำหน้าที่ในการให้คำปรึกษา อำนวยความสะดวก 	<ol style="list-style-type: none"> คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม ตั้งสมมติฐาน พิจารณาสมมติฐานที่เป็นไปได้โดยการอภิปราย ระดมความคิดในการแก้ปัญหาการตรวจสอบ ตรวจสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบ บันทึกผลการสังเกตหรือผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ ละเอียดรอบคอบ กระตือรือร้นมุ่งมั่นในการสำรวจตรวจสอบ

ตารางที่ 3 ขั้นตอนของรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (Inquiry Cycle) (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนรู้การสอน	กิจกรรมการเรียนการสอน	ลักษณะกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทครู	บทบาทของนักเรียน
3. อธิบายและลงข้อสรุป (Explain)	ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนวิเคราะห์ อธิบายความรู้หรืออภิปรายซักถามและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน	1. นักเรียนได้นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาวิเคราะห์แปรผลสรุปผลสอดคล้องกับข้อมูลถูกต้อง เชื่อถือได้ อภิปรายผลอย่างสมเหตุสมผล 2. มีการพิสูจน์ตรวจสอบให้แน่ใจ (ทำซ้ำหรือเอกสารอ้างอิงหรือหลักฐานชัดเจน)	1. ส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายผลการตรวจสอบและแนวคิดด้วยคำพูดของตนเอง 2. ให้นักเรียนมีเหตุผลหลักฐานประกอบ 3. ให้ความสนใจกับคำอธิบายของนักเรียน	1. อธิบายการแก้ปัญหาหรือผลการสำรวจตรวจสอบ 2. อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบสอดคล้องกับข้อมูล 3. อธิบายโดยมีเหตุผลหรือหลักฐานประกอบ 4. ฟังการอธิบายของผู้อื่นแล้วคิดวิเคราะห์ 5. อธิบายซักถามเกี่ยวกับสิ่งที่เพื่อนอธิบาย

ตารางที่ 3 ขั้นตอนของรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (Inquiry Cycle) (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนรู้การสอน	กิจกรรมการเรียนการสอน	ลักษณะกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทครู	บทบาทของนักเรียน
4. ขยายความรู้ (Elaborate)	ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้ใหม่ให้กว้างขวาง กระจำสมบูรณ์และลึกซึ้ง	1. ให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้นหรือขยายกรอบแนวความคิดให้กว้างขวางขึ้น 2. ให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ 3. ให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ไปสู่การศึกษาค้นคว้าทดลองเพิ่มเติม 4. ให้นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ หรือสถานการณ์อื่น ๆ	1. ส่งเสริมให้นักเรียนขยายแนวคิดและทักษะจากการสำรวจตรวจสอบ 2. ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากการสำรวจตรวจสอบกับความรู้อื่น ๆ	1. ใช้ข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบไปอธิบายหรือทักษะจากการสำรวจตรวจสอบไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม 2. นำความรู้จากการสังเกตตรวจสอบไปสร้างความรู้ใหม่ 3. นำความรู้เดิมความรู้ใหม่ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ตารางที่ 3 ขั้นตอนของรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (Inquiry Cycle) (ต่อ)

ขั้นตอนการ เรียนการสอน	กิจกรรมการเรียน การสอน	ลักษณะกิจกรรม หรือสถานการณ์	บทบาทครู	บทบาทของ นักเรียน
5. ประเมินผล (Evaluation)	ครูจัดกิจกรรมหรือ สถานการณ์ที่เปิด โอกาสให้นักเรียน วิเคราะห์วิจารณ์หรือ อธิบายซักถาม แลกเปลี่ยนองค์ ความรู้ซึ่งกันและกัน เปรียบเทียบประเมิน ปรับปรุงเพิ่มเติม หรือทบทวนใหม่	1. มีการตรวจสอบ ความถูกต้องของ องค์ความรู้และ กระบวนการที่ได้ โดย วิเคราะห์ แลกเปลี่ยนความรู้ ซึ่งกันและกัน อภิปรายประเมิน ปรับปรุงหรือ เพิ่มเติมทั้ง กระบวนการและ องค์ความรู้ เปรียบเทียบผลการ สำรวจตรวจสอบ สมมุติฐานที่สำรวจ ไว้	1. ถามคำถามเพื่อ ไปสู่การประเมิน 2. ส่งเสริมให้ นักเรียนประเมิน กระบวนการและ องค์ความรู้ด้วย ตนเอง 3. ให้นักเรียน วิเคราะห์สิ่งที่ควร ปรับปรุงแก้ไขใน การสำรวจ ตรวจสอบ	1. วิเคราะห์ กระบวนการ สร้างความรู้ ด้วยตนเอง 2. ถามคำถามที่ เกี่ยวข้องกับ การสังเกต หลักฐานและ คำอธิบายซึ่ง นำไปสู่การ สำรวจ ตรวจสอบใหม่ 3. ประเมิน ความก้าวหน้า และความรู้ ตนเอง

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547)

บรรยากาศในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จัดการเรียนรู้ ระหว่างครูและ
นักเรียนควรมีบรรยากาศในการจัดการเรียนการสอนดังตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** บรรยายภาพการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5 Es)

บรรยายภาพการเรียนการสอน โดยทั่วไป	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับ นักเรียน	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับ นักเรียน
1. ไม่เครียด 2. สนุก 3. ไม่สับสน 4. นักเรียนมีความคิดอิสระ 5. นักเรียนสนใจ กระตือรือร้น	1. ครูเป็นกันเองกับนักเรียน 2. ครูยิ้มแย้มแจ่มใส 3. ครูติชมนักเรียนอย่าง สร้างสรรค์ 4. ครูยอมรับฟังความคิดเห็น จากนักเรียน 5. ครูให้คำแนะนำช่วยเหลือ นักเรียน	1. ร่วมมือในการจัดกิจกรรม ช่วยกันคิด ช่วยกันทำ 2. อภิปรายแสดงความคิดเห็น ซึ่งกันและกัน

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547)

2.7 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่มีทั้งประโยชน์ ข้อดี ข้อจำกัด และกลยุทธ์การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ดังที่ ไพฑูรย์ สุขสิงาม (2531 อ้างถึงใน สุนิตย์ ขอนสั๊ก, 2551)

2.7.1 ประโยชน์ของการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น มี 4 ประการดังนี้

1) เพิ่มศักยภาพด้านสติปัญญา (Intellectual Potency) เนื่องจากการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนต้องเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอน เช่น การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล การแปลความหมาย และการลงข้อสรุป ฯลฯ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิธีการในการแก้ปัญหา เรียนรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความรู้ ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังนั้น จึงส่งเสริมความสามารถในด้านสติปัญญา ทำให้นักเรียนมีศักยภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น

2) ส่งเสริมการเรียนรู้ที่เกิดจากแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) ใน การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนจะมุ่งอยู่ที่ความสำเร็จของการแก้ปัญหา จนกระทั่งได้รับความรู้ใหม่ด้วยตนเอง นักเรียนมีความคิดเป็นอิสระในการควบคุม นำทางตนเองไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา ไม่ต้องคำนึงถึงเรื่องรางวัล และการลงโทษ สามารถพัฒนาความมีวินัยในตนเอง มีความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง ไม่ท้อถอยเมื่อเผชิญกับอุปสรรค หรือประสบความล้มเหลว ในการแก้ปัญหา ดังนั้น แรงจูงใจใฝ่ผลสัมฤทธิ์ซึ่งส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

3) เป็นการเรียนรู้ยุทธศาสตร์ในการเรียนรู้ (Heuristic of Learning) การเรียนแบบสืบเสาะ นักเรียนจะได้รับการฝึกฝนในวิธีการแก้ปัญหา ตลอดจนการใช้ความพยายามในการค้นพบความรู้ ยุทธวิธีในการสืบเสาะที่ใช้กันมาก ได้แก่ กระบวนการใช้ความพยายามในการค้นพบความรู้ ยุทธวิธีในการสืบเสาะที่ใช้กันมาก ได้แก่ กระบวนการใช้คำถาม กระบวนการทำข้อมูลซึ่งรวมถึงการบันทึก การวิเคราะห์ การประเมิน และการปรับปรุงแก้ไข

4) ส่งเสริมการจดจำความรู้ (Conservation of memory) ในการเรียนนั้นสิ่งที่เรียนรู้อย่างมีความหมาย จะถูกเก็บบันทึกไว้ในหน่วยความจำระยะยาวของสมอง และสามารถเรียกกลับมาใช้ได้อีก เมื่อมีสิ่งเร้าจากภายนอกมากระตุ้น จะทำให้เกิดการระลึกได้ ความรู้ดังกล่าวซึ่งถูกเรียกมาใช้ได้อีกครั้ง ดังนั้นความรู้ที่เก็บไว้จะถูกนำมาใช้ตลอดเวลา ความรู้จึงไม่คงทนไม่ลบลิ้มไป กระบวนการจดจำความรู้ก็จัดเป็นกระบวนการแก้ปัญหาด้วย เนื่องจากเป็นกระบวนการที่นำเอาความรู้มาเก็บบันทึกไว้อย่างเป็นระบบ และสามารถเรียกมาใช้ได้อีกตามความต้องการในกระบวนการนี้สิ่งสำคัญก็คือ การเลือกรับความรู้ตามที่ตนสนใจ ความรู้ใหม่จะถูกนำไปบูรณาการกับความรู้ที่มีอยู่ก่อนแล้ว ทำให้เกิดเป็นความรู้ที่กว้างขวาง และมีความหมาย การเรียนแบบสืบเสาะก็เช่นกัน นักเรียนจะนำความรู้เดิมที่มีอยู่มาใช้แก้ปัญหาตลอดเวลา โดยปัญหาจะทำหน้าที่เป็นสิ่งกระตุ้นให้เกิดการระลึกได้ ดังความรู้ที่ต้องการจะใช้ ดังนั้นจึงจะช่วยส่งเสริมการจดจำความรู้หรือทำให้ความรู้มีความคงทนหรือลืมหายก

2.7.2 ข้อดีของการสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น

1) นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดได้อย่างเต็มที่ รู้จักใช้เหตุผลมาวิเคราะห์บทเรียน

2) นักเรียนสามารถคิดอย่างเป็นระบบ และมีขั้นตอนในการคิด อันจะส่งผลต่อนักเรียนการพัฒนาตนเองเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับวิชาอื่น ๆ

3) การเรียนการสอนให้ความสำคัญกับผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

4) นักเรียนสามารถคิดหรือมีมโนคติตามหลักการของวิทยาศาสตร์

5) นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

2.7.3 ข้อจำกัดของการสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น มีดังนี้

1) ในการสอนแต่ละครั้งใช้เวลาค่อนข้างมาก

2) หากสถานการณ์ที่ผู้สอนสร้างขึ้นไม่เร้าใจผู้เรียน อาจทำให้ผู้เรียนขาดความร่วมมือในกิจกรรมการเรียนการสอนน้อย มีผลทำให้บรรยากาศการเรียนการสอนไม่เร้าใจเท่าที่ควร ดังนั้นผู้สอนต้องสร้างสถานการณ์ที่สามารถทำให้ผู้เรียนอยากมีส่วนร่วมมากที่สุด

3) สำหรับเนื้อหาวิชาที่มีความซับซ้อนและค่อนข้างยาก จะทำให้นักเรียนที่เรียนรู้ได้ช้าอาจมีปัญหาในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

4) นักเรียนที่มีวุฒิภาวะยังไม่ได้เป็นผู้ใหญ่พอ อาจไม่มีแรงจูงใจเพียงพอที่จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ครบตามกระบวนการ ส่งผลให้ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สิ่งที่ครูควรระลึกอยู่เสมอในแต่ละขั้นตอน คือ การจัดกิจกรรม ครูควรจัดกิจกรรม ให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียนและให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหาและหาคำตอบด้วยตนเอง

2.7.4 กลยุทธ์การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) ได้ให้กลยุทธ์การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะรู้ 5 ขั้น ดังนี้

- 1) จัดกลุ่มทำงานนักเรียนให้น้อยคนที่สุดเท่าที่จะทำได้
- 2) บอกนักเรียนว่ามีเวลาเท่าใด ในการทำกิจกรรมและกิจกรรม
- 3) วางแผนออกแบบกิจกรรมไว้มากกว่าเวลาที่ให้
- 4) ติดตามความก้าวหน้าในการทำงานของนักเรียน
- 5) เตรียมคำถามและวิธีที่จะถามนักเรียนไว้ล่วงหน้า
- 6) ถามให้นักเรียนตอบโดยการสุ่ม
- 7) รอคอยนักเรียนได้
- 8) ขอมรับคำตอบของนักเรียนไว้ทั้งหมด
- 9) แนะนำวิธีสืบเสาะหาความรู้อย่างชัดเจนและกระชับ
- 10) เมื่อกลุ่มมีปัญหาในการตั้งสมมติฐานให้มีการอภิปรายแลกเปลี่ยน

ความคิด

- 11) ชี้แนวทางการนำความรู้ที่ได้รับมาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม
- 12) ใช้ถ้อยคำในการตั้งคำถามให้ชัดเจนให้นักเรียนสามารถตอบโดยใช้

ความคิดระดับสูงได้

- 13) เตือนนักเรียนให้รู้ถึงความสำคัญของการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลในการสืบเสาะหาความรู้
- 14) ให้มีการวิเคราะห์และอภิปรายผลที่ค้นพบหลักการจัดกิจกรรมการศึกษา

ค้นคว้า

- 15) ลำดับขั้นการสอนที่จะให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าแรกไปใช้ในการตั้งสมมติฐานของการศึกษาค้นคว้าต่อไป

- 16) ในการนำเข้าสู่กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยการให้ความรู้พื้นฐานแก่นักเรียน
- 17) ตั้งคำถามแบบกว้างที่ปรับถ้อยคำให้นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานได้อย่างสร้างสรรค์
- 18) ไม่วิพากษ์วิจารณ์สมมติฐาน
- 19) ตั้งสมมติฐานของตนเอง
- 20) เมื่อจำเป็นต้องจำให้มีการอภิปรายในกลุ่มเล็กๆ ด้วย
- 21) ไม่บอกนักเรียนว่าสมมติฐานใดถูกต้อง
- 22) ไม่เริ่มต้นจนกว่าชั้นจะเงียบ
- 23) รักษาอารมณ์ให้สงบและเยือกเย็นตลอดเวลา
- 24) จัดอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับความหลากหลายของงาน และระดับความยากง่ายของงาน
- 25) ใช้แบบทดสอบ pre- test วัดระดับการคิดของนักเรียนอย่างเป็นเหตุเป็นผล
- 26) ผสมผสานหรือจัดคู่ให้นักเรียนที่มีทักษะความคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลต่างกันไว้ด้วยกัน เพื่อให้ช่วยเหลือกันและกัน และเรียนรู้ความคิดของตนเองจากการแลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน
- 27) สร้างข้อสอบที่วัดความคิดระดับสูง
- 28) ไม่ให้คะแนนพิเศษในการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้
- 29) ทำตัวให้เป็นผู้ช่วยในการสืบเสาะหาความรู้ที่กระตือรือร้น
- 30) ใช้ข้อสอบแบบอัตนัย หรือแบบคู่ขนาน
- 31) ปฏิบัติการทำความสะดวกเครื่องมือและห้องปฏิบัติการ เวลาเข้าและเวลาออกจากห้องปฏิบัติการ และปฏิบัติตาม

สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนจะได้ค้นหาความรู้โดยการสอบถามและสำรวจตรวจสอบอย่างละเอียดถี่ถ้วน ทำให้ได้ประสบการณ์ตรงและส่งผลให้นักเรียนคิดเป็นทำเป็น ซึ่งหัวใจสำคัญของรูปแบบสืบเสาะหาความรู้คือ การตั้งคำถาม การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่ผู้เรียนได้สัมผัสและมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เพื่อนำประสบการณ์ใหม่ปรับให้เข้ากับประสบการณ์เดิมหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยมีครูคอยช่วยเหลือและอำนวยความสะดวก ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดของกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินผล

3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้หลายทัศนะซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมไว้พอสังเขป ดังนี้

Wallach และ Kogan (1966 อ้างถึงใน รจพรรณ สุวรรณรัช, 2546) กล่าวไว้พอสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่จะคิดแบบเชื่อมโยงสัมพันธ์ กล่าวคือ คนที่มีความคิดสร้างสรรค์สามารถคิดอะไร สัมพันธ์กันอย่างเป็นลูกโซ่ สิ่งที่คิดออกมาต่างก็เป็นสังเกตที่เก๋ประสมไว้ในสมองของคนเมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้นและตอบสนองออกมาอาจกล่าวได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่อยู่ระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง

Guilford (1967) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทั่วไปที่ทุกคนมี ลักษณะเด่นของความคิดสร้างสรรค์ คือ การคิดได้หลายทิศทางหรือการคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) ที่ประกอบด้วยความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) ความคล่องในการคิด (Fluency) และความคิดริเริ่มในการคิด (Originality)

Torrance (1972) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์คือความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหา ด้วยการคิดอย่างลึกซึ้งที่นอกเหนือเป็นลำดับขั้นของการคิดอย่างธรรมดา เป็นลักษณะภายในของตัวบุคคลที่จะคิดได้อย่างหลายแง่มุมผสมผสานจนได้ผลผลิตใหม่ซึ่งถูกต้องสมบูรณ์กว่า

สมศักดิ์ ภู่วิถาวรรณ (2537) ได้สรุปไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นเรื่องที่สลับซับซ้อนยากแก่การให้คำจำกัดความที่แน่นอนตายตัว ถ้าพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ในเชิงผลงาน ผลงานนั้นต้องเป็นผลงานที่แปลกใหม่และมีคุณค่า กล่าวคือใช้ได้โดยมีคนยอมรับ ถ้าพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ คือ การเชื่อมโยงความสัมพันธ์สิ่งของหรือความคิดที่มีความแตกต่างกันเข้ามาด้วยกัน ถ้าพิจารณาความคิดสร้างสรรค์เชิงบุคคล บุคคลนั้นจะต้องเป็นคนที่มีความคิดแปลกเป็นของตนเอง เป็นผู้ที่มีความคิดคล่องมีความคิดยืดหยุ่น และสามารถให้รายละเอียดในความคิดนั้น ๆ ได้

อารี พันธุ์ณี (2543) ได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอเนกนัย อันนำไปสู่การคิดค้นพบสิ่งแปลกใหม่ ด้วยการคิดค้นดัดแปลง ประยุกต์จากความคิดเดิม ผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมกันทั้งการประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่างๆ ตลอดจนวิธีคิด ทฤษฎี หลักการ ได้สำเร็จ

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2545) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ในความหมายซึ่งแตกต่างกันดังนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์ ในความหมายที่แสดงถึง ความคิดในแง่บวก เช่น “เราบอกว่าพูดให้สร้างสรรค์หน่อยสิ พูดอย่างนี้คนทะเลาะกันแน่เลย” ความหมายของการสร้างสรรค์ คำนี้ หมายถึง การพูดในแง่บวก โดยไม่มีนัยที่เกี่ยวข้อกับความแปลกใหม่ ตรงข้ามกับความคิดในแง่ลบที่เป็นการคิดไม่ดีต่อผู้อื่น หรือบั่นทอนกำลังใจผู้อื่น

2. ความคิดสร้างสรรค์ในความหมายของการกระทำที่ไม่ทำร้ายใคร คือ การใช้ความคิดที่ไม่ทำลายล้าง การคิด และการกระทำในเชิงบวก มุ่งหมายเพื่อเสริมสร้างให้ดีขึ้น ตรงข้ามกับการคิดและการกระทำที่มุ่งทำร้ายผู้อื่น เป็นลักษณะการเสนอแนะ แสดงความคิดเห็นด้วยที่เป็นประโยชน์และสามารถเอาไปใช้ได้ เช่น เราอ่านบทความชิ้นหนึ่ง แล้วประเมินว่า บทความนี้สร้างสรรค์ดี คำว่าสร้างสรรค์นี้จะให้ความรู้สึก ว่า ไม่ได้ทำร้าย ทำลายใคร ซึ่งจริงแล้วไม่ใช่ ความหมายของการสร้างสิ่งใหม่ ๆ

3. ความคิดสร้างสรรค์ในความหมายที่แสดงถึง การสร้างสรรค์ สิ่งใหม่ๆ ซึ่งเป็นความหมายเดียวกับความเดียวกับความหมายทั่วไปในภาษาอังกฤษ เป็นการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่แตกต่างกันออกไปจากเดิม และใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม เช่น กระจกน้ำร้อนสำหรับ เส้นทางที่มีระบบอุ่นในตัวถือเป็นสิ่งใหม่ เป็นความคิดริเริ่มใหม่ๆ ให้ความรู้สึกแปลกใหม่ ตื่นตา ตื่นใจ ไม่เคยเห็นจากที่ใดมาก่อน และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสมกว่าสิ่งที่มีอยู่เดิม

ปารีสตา ผ่องพันธุ์งาม (2550) ได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถด้านหนึ่งของพุทธิพิสัยขั้นสูง เป็นการคิดหลายแนวทางพัฒนาให้สูงขึ้นได้โดยอาศัย การเรียนรู้และการจัดบรรยากาศที่เอื้ออำนวย ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม

จากนิยามความหมายและแนวคิดต่างๆ ที่กล่าวมาและสรุปได้ว่าความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการคิดอย่างลึกซึ้ง เป็นความสามารถของบุคคลที่จะคิดในลักษณะอเนกนัยหรือคิดได้หลายแบบ เป็นความคิดที่ให้เกิดสิ่งใหม่ๆ หรือสามารถดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้มี ประสิทธิภาพดีขึ้นหรือไม่ซ้ำกับของผู้อื่น เป็นความสามารถในการคิดที่ซับซ้อน มีความคล่องในการเชื่อมโยงสัมพันธ์สิ่งต่างๆ เข้าด้วยกันและเป็นจินตนาการ ประยุกต์ที่สามารถนำไปสู่การค้นพบใหม่ๆ

3.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

จากทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของ Guilford (1967) ได้อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทาง หรือเรียกว่าลักษณะการคิดอเนกนัย หรือ คิดแบบกระจาย (Divergent Thinking) ซึ่งประกอบด้วย

3.2.1 ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน โดยแบ่งออกเป็น

- 1) ความคิดคล่องด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว
- 2) ความคิดคล่องทางการเชื่อมโยงสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันให้มากที่สุดเท่าที่จะมาได้ภายในเวลาที่กำหนด
- 3) ความคล่องทางการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลี หรือประโยค กล่าวคือ สามารถที่จะนำคำมาเรียกกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคตามที่ต้องการ
- 4) ความคิดคล่องตามแนวคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด เป็นความสามารถอันดับแรกในการที่จะพยายามเลือกเฟ้นให้ได้ความคิดที่ดีและเหมาะสมมากที่สุด จำเป็นต้องคิดออกมาให้ได้มากหลายอย่างและแตกต่างกัน แล้วจึงนำเอาความคิดที่ได้ทั้งหมดมาพิจารณาแต่ละอย่างเปรียบเทียบกันว่า ความคิดอันใดจะเป็นความคิดที่ดีที่สุด

3.2.2 ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบของปัญหาได้หลายประเภทและหลายแนวทางแบ่งออกเป็น

- 1) ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous Flexibility) เป็นความสามารถในการคิดอย่างอิสระได้ให้คำตอบหลายแนวทางในขณะที่คนทั่วไปจะคิดได้ในแนวทางเดียวกัน
- 2) ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง (Adaptive Flexibility) เป็นความสามารถในการดัดแปลงของสิ่งเดียวให้เกิดประโยชน์หลายด้าน

3.2.3 ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถในการหาคำตอบของปัญหาในสิ่งที่ไม่เหมือนใคร เป็นความคิดที่เกิดขึ้นครั้งแรกโดยอาศัยจินตนาการผสมผสานกับเหตุผลคิดหาสิ่งต่างๆ มาสัมพันธ์กัน

3.2.4 ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถที่ใช้ความคิดและประสานความคิดต่าง ๆ เข้าด้วยกัน หรือเป็นการต่อเติมความคิดให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

Torrance (1969) ได้ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้พอจะสรุปได้ว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์นั้นประกอบด้วยความคิด 4 ด้านด้วยกัน คือ ความคิดคล่อง (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) และได้สรุปว่า ความคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นกระบวนการของการมี

ความรู้สึกที่ไวต่อปัญหาหรือข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่ไม่สมบูรณ์หรือมีลักษณะคลุมเครือ โดยผู้ที่คิดมีความพยายามที่จะหาคำตอบให้แก่ปัญหาหรือข้อมูลหรือสิ่งที่คลุมเครือหรือสิ่งที่ไม่สมบูรณ์นั้น รวมทั้งพยายามที่จะสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ จึงเห็นว่าองค์ประกอบทั้ง 4 ด้าน ของความคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องระหว่างกัน

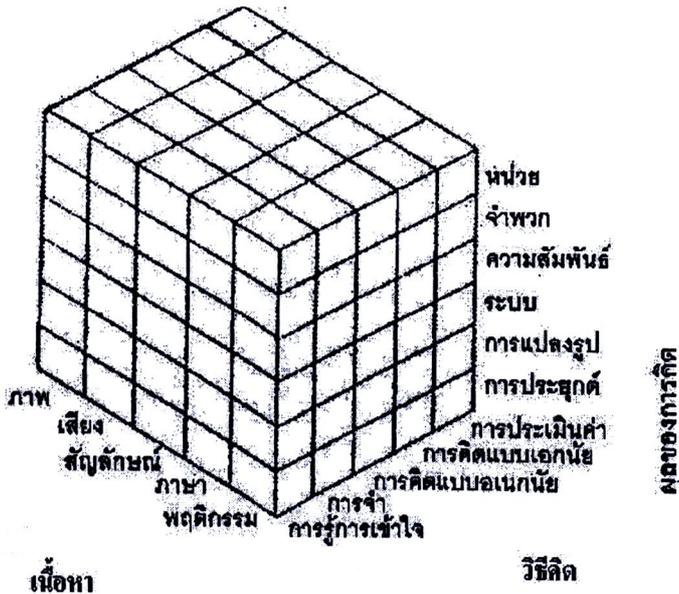
จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์แบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ ซึ่งในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 3 ด้านคือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

3.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยา และนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ในทฤษฎีที่หลากหลายนดังนี้

3.3.1 ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา (The structure of Intellect Theory)

ทฤษฎีนี้สร้างโดย Guilford นักจิตวิทยาชาวอเมริกา เขาอธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างทางสมองในรูปแบบจำลองสามมิติ (Three Dimensional Model) ดังนี้ (Guilford, 1960 อ้างถึงใน อารี พันธุ์ฉวี, 2540)



ภาพที่ 2 รูปแบบโครงสร้างสมรรถภาพทางสมองของกิลฟอร์ด

1) มิติทางด้านเนื้อหาการคิด (contents) หมายถึง วัตถุหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่รับรู้ใช้เป็นสื่อก่อให้เกิดการคิด เนื้อหาแบ่งเป็น 5 ชนิด คือ

(1.1) เนื้อหาที่เป็นภาพ (figural content) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรมต่าง ๆ บุคคลสามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัส เนื้อหาที่เป็นเสียง (auditory content) หมายถึง สิ่งที่อยู่ในรูปของเสียงที่มีความหมาย

(1.2) เนื้อหาที่เป็นสัญลักษณ์ (symbolic content) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่อยู่ในรูปเครื่องหมายต่าง ๆ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข รวมทั้งสัญลักษณ์ต่างๆ

(1.3) เนื้อหาที่เป็นภาษา (semantic content) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่อยู่ในรูปถ้อยคำที่มีความหมายต่าง ๆ กัน สามารถใช้ติดต่อสื่อสารได้

(1.4) เนื้อหาที่เป็นพฤติกรรม (behavior content) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นการแสดงออกของมนุษย์ เจตคติ ความต้องการ รวมถึง ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล การกระทำที่สามารถสังเกตได้

2) มิติด้านวิธีการคิด (operations) หมายถึง กระบวนการคิดต่างๆ ที่สร้างขึ้นประกอบด้วยความสามารถ 5 ชนิด ดังนี้

(2.1) การรู้และการเข้าใจ (cognition) เป็นความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ในการรับรู้และทำความเข้าใจ

(2.2) การจำ (memory) เป็นความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ในการเก็บสะสมความรู้และข้อมูลต่าง ๆ และสามารถระลึกได้เมื่อต้องการใช้

(2.3) การคิดแบบออกนอกรุ่น (divergent thinking) เป็นความสามารถในการคิดคล่องและคิดหลากหลาย นั่นคือสามารถที่จะคิดในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือในสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง ให้ได้ผลของการคิดจำนวนมาก รวดเร็ว ตรงประเด็น หรือหลายรูปแบบ และเป็นความสามารถในการคิดริเริ่ม ซึ่งเป็นการคิดที่มีลักษณะหรือมุมมองใหม่ ๆ

(2.4) การคิดแบบเอกรุ่น (convergent thinking) เป็นความสามารถในการสรุปคำตอบที่ดีที่สุด ถูกต้องที่สุด จากข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่มีหลากหลาย

(2.5) การประเมินค่า (evaluation) เป็นความสามารถทางสติปัญญาในการตัดสินใจที่รับรู้ จำได้ หรือกระบวนการคิดนั้นว่ามีคุณค่า ถูกต้อง เหมาะสม หรือไม่โดยอาศัยเกณฑ์ที่ดีที่สุด

3) มิติด้านผลของการคิด (products) หมายถึง ความสามารถที่เกิดจากการผสมผสานมิติด้านเนื้อหาและด้านปฏิบัติการเข้าด้วยกันเป็นผลผลิต เมื่อสมองรับรู้จากสิ่งเร้าทำให้เกิดการคิดในรูปแบบต่าง ๆ กัน ซึ่งผลที่ได้แบ่งเป็น 6 ชนิดคือ

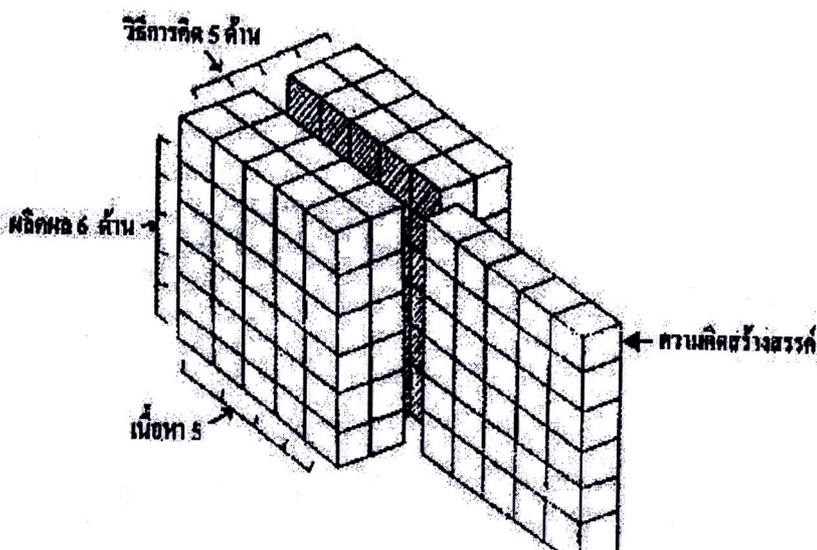
(3.1) หน่วย (unit) หมายถึงสิ่งที่มีลักษณะเฉพาะแตกต่างไปจากสิ่งอื่นๆ เช่น โต๊ะ ตู้ เสื่อ เป็นต้น จำพวก(class) หมายถึง ประเภทหรือกลุ่มของหน่วยที่มีลักษณะร่วมกัน เช่น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ได้แก่ คน สุนัข แมว เป็นต้น

(3.2) ความสัมพันธ์ (relation) หมายถึง ผลของการเชื่อมโยงความคิดของประเภทหรือหลายประเภทเข้าด้วยกัน เช่น สิ่งโตคู่กับป่า ปลาคู่กับน้ำ เป็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับที่อยู่อาศัย

(3.3) ระบบ (system) หมายถึง การเชื่อมโยงกลุ่มของสิ่งเร้า โดยอาศัยกฎเกณฑ์หรือแบบแผนบางอย่าง เช่น 2, 4, 6, 8 เป็นระบบเลขคู่

(3.4) การแปลงรูป (transformation) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงปรับปรุง ดีความ ขยายความ ให้นิยามใหม่

(3.5) การประยุกต์ (implications) หมายถึง การคาดคะเน หรือทำนายจากข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่กำหนด โครงสร้างทางสติปัญญาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ดประกอบด้วยหน่วยจุลภาคจากทั้งสามมิติ เท่ากับ $5 \times 5 \times 6$ คือ 150 หน่วย แต่ละหน่วยประกอบด้วย เนื้อหา-ปฏิบัติการ-ผลผลิต (contents - operations - products) นอกจากนี้กิลฟอร์ดได้อธิบายเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) โดยเทียบกับโครงสร้างทางสติปัญญาที่กล่าวมาแล้ว และนำมาศึกษาเฉพาะส่วนที่เป็นกระบวนการคิด ด้านการคิดแบบอเนกนัย โดยใช้มิติด้านเนื้อหา และผลผลิต ทำให้ได้หน่วยจุลภาคที่แทนความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์อยู่ที่ $1 \times 5 \times 6$ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 สมรรถภาพด้านความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด

3.4 บุคลิกภาพของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ อารี รังสินันท์ (2526 อ้างถึงใน ยุพา กุมภาว์, 2550)

Cropley (1970) ก็ได้สรุปลักษณะพฤติกรรมของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ 4 ประการ คือ เป็นผู้ที่มีประสบการณ์กว้างขวาง มีความเต็มใจจะเสี่ยง มีความรักที่จะก้าวไปข้างหน้า และมีความสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดได้อย่างคล่องแคล่วในระดับสูง

Osbum (1971) กล่าวถึง บุคลิกภาพของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นคนที่มีความฉับไวในการแก้ปัญหา มีแรงกระตุ้นที่จะรวมความรู้ และจินตนาการในรูปแบบที่มองเห็นได้ชัดเจน ส่วน Guilford (1967) มีความคิดเห็นคล้ายกันในแง่ที่คนมีความคิดสร้างสรรค์ จะต้องมีความฉับไวในการมองเห็นและรับรู้ปัญหา สามารถเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นและรับรู้ปัญหา สามารถเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นตลอดจนสร้าง หรือ แสดงความคิดใหม่ๆ และปรับปรุงให้ดีขึ้น

Rice (1970) กล่าวถึง บุคลิกภาพของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ดังนี้

1. มีความสามารถในการประยุกต์ มีการตอบสนองที่แสดงถึงความคิดริเริ่ม ชัดหยุ่น
2. มีไหวพริบ
3. มีอิสระในการคิดและการกระทำ
4. ใส่ใจที่จะมีประสบการณ์ในสิ่งต่าง ๆ สัมผัสสิ่งที่ได้พบเห็น รวมเข้ากับความรู้ที่กภายในใจ
5. มีความสามารถในการหยั่งรู้
6. มีความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎี และคุณค่าของความงาม
7. เข้าใจความมุ่งหมายของสิ่งต่าง ๆ
8. เข้าใจสถานภาพของตนเองในขบวนการที่ตนเองมีส่วนร่วม

นอกจากนี้ นักการศึกษาของไทย ผู้ซึ่งได้ทำการศึกษาวิจัยในเรื่องของความคิดสร้างสรรค์อย่างกว้างขวาง คือ อารี พันธุ์มณี (2540) ก็ได้สรุปลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ได้ดังนี้คือ

1. มีความสามารถในการคิดพลิกแพลงแก้ปัญหาต่างๆ ให้ลุล่วงได้ดี
2. ไม่ชอบทำตามอย่างผู้อื่น โดยไม่มีเหตุผล
3. มีจิตใจจดจ่อและผูกพันกับงาน และมีความอดทนอย่างทรหด
4. เป็นผู้ที่ไม่ยอมเลิกล้มอะไรง่ายๆ หรือเป็นนักสู้ที่ดี
5. มีความคิดค้ำนึ่ง หรือจินตนาการสูง

6. มีลักษณะความเป็นผู้นำ
7. มีลักษณะขี้เล่น รื่นเริง
8. ชอบรับประสบการณ์ใหม่ๆ
9. นับถือตนเองและเชื่อมั่นในตนเองสูง
10. มีความคิดอิสระ และยืดหยุ่น
11. ยอมรับและสนใจสิ่งแปลกๆ
12. มีความซับซ้อนในการรับรู้
13. กล้าหาญกล้าเผชิญความจริง
14. ไม่ค่อยเคร่งครัดกับระเบียบแบบแผน
15. ไม่ยึดมั่นในสิ่งหนึ่งสิ่งใดจนเกินไป ชอบทำงานเพื่อความสุข และความพอใจของตนเอง
16. มีอารมณ์ขัน

จากแนวคิดเกี่ยวกับบุคลิกภาพของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์หลายๆ แนวคิดข้างต้น พอจะสรุปได้ว่า คนที่มีความคิดสร้างสรรค์นั้น จะต้องเป็นคนที่ตื่นตัวตลอดเวลา มีความสามารถในการพินิจพิเคราะห์ความคิดอย่างถี่ถ้วน เป็นผู้ที่ชอบเปิดรับประสบการณ์ใหม่ๆ ไม่ชอบทำตามผู้อื่น รักความก้าวหน้า เชื่อมั่นในตนเอง มีความเป็นผู้นำ มีอารมณ์ขันและไม่ยึดมั่นกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งจนเกินไป

4. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น ได้มีนักการศึกษาทั้งต่างประเทศและภายในประเทศได้ให้ความคิดเห็นไว้หลายท่าน ซึ่งพอสรุปได้ดังต่อไปนี้

Torrance (1972) ได้กล่าวไว้ว่า การแสดงความคิดเห็นสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น ไม่จำเป็นต้องถึงขั้นสูงสุด คือ การตั้งทฤษฎีใหม่หรือ การประดิษฐ์คิดค้นสิ่งแปลกๆ ใหม่ๆ เสมอไป แต่เป็นความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างลึกซึ้งซึ่งนอกเหนือไปจากการคิดแบบปกติแล้ว สามารถคิดได้หลายแง่หลายมุมผสมผสานกัน จนได้ผลผลิตใหม่ที่ถูกต้องสมบูรณ์กว่า โดยใช้องค์ประกอบที่สำคัญ 3 ด้าน คือ แรงจูงใจ ความสามารถ และทักษะ ซึ่งผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อาจเป็นเพียงขั้นใดขั้นหนึ่งใน 5 ขั้นต่อไปนี้

1. เป็นผลผลิตที่แสดงความคิดริเริ่มอย่างอิสระ โดยไม่คำนึงถึงคุณภาพของงาน
2. เป็นผลผลิตที่อาศัยทักษะบางอย่าง
3. ได้สิ่งประดิษฐ์คิดค้นที่ดียิ่งขึ้น

4. ได้สิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่ไม่ว่าใคร
5. เป็นผลผลิตที่แสดงผลงานจากความคิดที่เป็นนามธรรมระดับสูง หรือการค้นพบหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

ทัศนีย์ พฤชาชลธาร (2517) ได้แสดงความคิดเห็นต่อการวัดความคิดสร้างสรรค์ในประเทศไทยนี้ แม้จะถือว่าเป็นแบบสอบถามความคิดสร้างสรรค์โดยทั่วไป แต่เมื่อพิจารณาลักษณะของแบบวัดแล้ว ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับความสามารถทางด้านศิลปะของนักเรียนมากกว่าด้านอื่นๆ เมื่อเป็นเช่นนี้โอกาสที่นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงในด้านอื่น ๆ จะได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์สูงจากแบบวัดเหล่านี้คงเป็นไปได้ยาก ถ้าเปลี่ยนลักษณะของแบบทดสอบให้เกี่ยวข้องกับความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์บ้าง นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงแต่ได้คะแนนจากแบบสอบถามความคิดสร้างสรรค์ โดยทั่วไปต่ำ ๆ ก็อาจมีโอกาสดูได้รับการตัดสินว่าเป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงได้บ้าง

อารีย์ รังสินันท์ (2532) ได้แสดงความคิดเห็นไว้ว่า แบบสอบวัดความคิดสร้างสรรค์เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการวัดความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นระบบระเบียบ ซึ่งอาจใช้ควบคู่กันแบบสำรวจพฤติกรรมหรือแบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ จะยิ่งช่วยให้ได้ข้อมูลใกล้เคียงและถูกต้องตรงกับความเป็นจริงมากขึ้น แบบสอบความคิดสร้างสรรค์สร้างขึ้นจากผลการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเนื้อหาของแบบทดสอบมีทั้งภาษาที่ใช้เป็นสื่อเพื่อเราให้เด็กได้แสดงออกในเชิงความคิดสร้างสรรค์

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่นิยมใช้กันมากและเป็นการเริ่มต้นให้มีการศึกษากันอย่างกว้างขวาง คือ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ Guilford และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ Torrance สำหรับประเทศไทยนั้นมีการนำเอารูปแบบของการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้อย่างมากมาย

การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่ง ฉัฐพงษ์ เจริญทิพย์ (2541) ได้สรุปรวบรวมไว้ว่าการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สามารถวัดได้หลายแบบ ได้แก่ แบบทดสอบ และแฟ้มสะสมงาน ดังนี้

1. แบบทดสอบ

ทัศนีย์ พฤชาชลธาร (2517) ได้สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นเป็นครั้งแรกในประเทศไทย ก่อนหน้านั้นแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยทั่วไป ที่มีเนื้อหาสาระเกี่ยวข้องกับความสามารถทางศิลปะมากกว่าด้านอื่นๆ ทำให้มีข้อจำกัดในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ ได้แก่

1.1 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ซึ่ง สไว เลียมแก้ว (2514) ได้ ดัดแปลงมาจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ Wallach และ Kogan ประกอบด้วยคำถาม 5 ฉบับคือให้ระลึกลึถึงสิ่งที่เป็นประเภทเดียวกัน ประโยชน์ของสิ่งของความเหมือน ความหมายของภาพ ความหมายของเส้น

1.2 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนอายุระหว่าง 11-15 ปี ของ สุมาลี กาญจนชาติ (2525) ซึ่งอาศัยแนวคิดพื้นฐาน จากขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget และผลการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาทางความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance ประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ คือ การใช้ประโยชน์ นักประดิษฐ์ นักค้นคว้า

1.3 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ (2527) ซึ่งอาศัยแนวทางของ Torrance ประกอบด้วยคำถาม 4 ข้อ คือ นักเรียนไมพร นักพยากรณ์ นักเทคโนโลยี นักทดลอง

1.4 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ของ อุดร จันทร์สร้าง (2527) ซึ่งอาศัยแนวทางของ Torrance ประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ คือ สมมติว่า การใช้ประโยชน์ ดัดแปลงเพิ่มเติม

1.5 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของ ชูจิต ดันอรธนาวิน (2527) ซึ่งศึกษาแนวการสร้างของ ทศนีย์ พฤษชลธาร ประกอบด้วย 4 คำถาม 4 ข้อ บอกความเหมือน สาเหตุการเกิดเหตุการณ์ การทดลอง อนาคตในการประดิษฐ์

1.6 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ของสุภาณี ลีละวัฒนากุล (2531) ซึ่งศึกษาแนวการสร้างของสุมาลี กาญจนชาติ ประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ คือ นักคิดค้น นักทดลอง สมมติว่า

2. แฟ้มสะสมงาน

ฉัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2541) กล่าวว่า การประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในวิสัยที่จะนำแฟ้มสะสมงานมาประยุกต์ได้อย่างกลมกลืน กล่าวคือ จากการเรียนแต่ละบทเรียน สามารถสะสมคำตอบของนักเรียน ตามแนวทางของแบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่สัมพันธ์กับบทเรียนไว้ในแฟ้มสะสมหรือเมื่อมีการทดสอบบางช่วง (เช่น สอบกลางภาค และปลายภาค) และจัดให้มีการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ด้วย ก็สามารถนำผลการทดสอบมาสะสมไว้ในแฟ้ม ที่สำคัญที่สุดเป็นหัวใจของการใช้แฟ้ม ได้แก่ เมื่อมีการปฏิบัติจริงเกี่ยวกับงานทางความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทำโครงการวิทยาศาสตร์ ในลักษณะชิ้นงาน หรือผลผลิตจากความคิดสร้างสรรค์

จากรูปแบบของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าแบบวัดความคิดสร้างสรรค์นั้น ได้มีผู้สร้างไว้ในหลายลักษณะ แต่จะมีลักษณะที่ร่วมกัน คือ ต้องการที่จะเน้นผลผลิตของการคิดโดยจะต้องเป็นความคิด โดยจะต้องเป็นความคิดที่แปลกใหม่ ไม่เหมือนใคร ส่วนมากจะสร้างตาม แนวทางแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับมาจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเอาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุมาลี กาญจนชาติ (2525) ซึ่งสร้างขึ้นตามแนวของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance (ฉบับภาษาไทย) เพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11-15 ปี ประกอบด้วย 3 ข้อ ดังนี้

ข้อที่ 1 “การใช้ประโยชน์” ให้บอกการใช้ประโยชน์ โดยมีรูปภาพซึ่งประกอบด้วยบริเวณที่เป็นภูเขา ไม่มีต้นไม้ ที่ราบ หนองน้ำ (จืด) ที่เนิน หาดทราย ทะเล แล้วให้เขียนว่าจะใช้ประโยชน์อะไรจากบริเวณส่วนต่าง ๆ ของพื้นดินอย่างไร โดยอาจใช้บริเวณใดบริเวณหนึ่งซ้ำกันได้ พยายามคิดเรื่องการใช้ประโยชน์ที่เป็นไปได้ แปลกใหม่ ให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้

ข้อที่ 2 “นักประดิษฐ์” ให้นักเรียนเลือกเครื่องมือ ที่เป็นไปได้และแปลกๆ ใหม่ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้ จากอุปกรณ์และวัสดุที่กำหนดให้ (กระป๋อง รูปถ่าย ขวด ไม้ไผ่ มีด กรรไกร ก้อน กาว เทปติดกระดาษ) แล้วบรรยายวิธีทำเครื่องมือหรือของใช้ แต่ละชุด วาดรูปและบอกการนำไปใช้อย่างย่อ

ข้อที่ 3 “นักค้นคว้า” มีโจทย์บรรยายว่า นักพฤกษศาสตร์เข้าไปสำรวจพันธุ์ป่าไม้แล้วนำต้นกล้า กิ่ง ใบ พร้อมทั้งเมล็ดมาอย่างละ 10 กิโลกรัม เพื่อใช้ศึกษาทดลอง โดยนำสวนต่างๆ ของพิชชนิคมนี้ มาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น ด้านวิทยาศาสตร์ เกษตร อุตสาหกรรม และอื่นๆ พยายามคิดหาวิธีทดลองที่เป็นไปได้หลายๆ แบบอธิบายวิธีทดลองอย่างย่อๆ นักเรียนจะใช้อุปกรณ์และสารเคมีก็ได้เป็นเครื่องมือในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมายในครั้งนี้

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

5.1.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycle)

ฉันทนา พัฒนากุล (2532) ได้ศึกษาผลการใช้กระบวนการเผชิญสถานการณ์ในการสอนต่อความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่าเมื่อนักเรียนได้ใช้กระบวนการสอนแล้ว



1. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเมื่อเผชิญสถานการณ์สูงกว่าเกณฑ์
การประเมิน

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา เมื่อเผชิญสถานการณ์อย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตสูงกว่าเกณฑ์ การ
ประเมิน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
ระดับ .01

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาเมื่อเผชิญสถานการณ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต มีความสัมพันธ์กันในทางบวก ที่ระดับความมีนัยสำคัญทาง
สถิติที่ .01

วิชาญ เลิศลพ (2543) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยวิธีการจัดการเรียนการสอน
ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้รูปแบบ สสวท. และรูปแบบผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ
สสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบผสมผสาน
ระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนรูปแบบ สสวท.
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จงกลรัตน์ อาจศัตรุ (2544) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจต
คติโดยการเรียนการสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ และการสอนปกติ พบว่านักเรียนที่ได้รับการ
สอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ และการสอนปกติ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแบบวัฏจักร
การเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
.05 และมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

วนิดา ชูแก้ว (2546) ได้ศึกษาการใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อ
พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหนอง
ตะเภาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
ประกอบด้วยแผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ผลการวิจัยพบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยแผนการสอน แบบสืบเสาะหา
ความรู้สูงวก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ณรงค์เดช พลกระจาย (2547) ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนตามรูปแบบวัฏจักร
การเรียนรู้แบบ สสวท. ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นพื้นฐานและเจตคติเชิง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
จำนวน 69 คน ในอำเภอพล จังหวัดขอนแก่น พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน หลังเรียนเพิ่มขึ้น จากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ฉะนั้นการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ประภัสสร ผลสินทร์ (2547) ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้นและการสืบเสาะตามรูปแบบ สสวท. ที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนกุศขาวปูน อำเภอกุศขาวปูน จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 68 คน นักเรียนกลุ่มทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียน โดยรวมเป็นรายด้าน 2 ด้าน คือ กระบวนการทดลองและด้านการแปลความหมายข้อมูล และลงข้อสรุปเพิ่มขึ้น จากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนกลุ่มทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์โดยรวมและเป็นรายด้าน 4 ด้านคือ ด้านความมีเหตุผล ด้านความใจกว้าง ด้านความซื่อสัตย์ และด้านความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์เพิ่มขึ้นก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้และสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สุนิตย์ ขอนสัก (2551) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า จำนวนนักเรียนร้อยละ 93.34 มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าจำนวนนักเรียนร้อยละ 93.34 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

5.1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

สุมาลี กาญจนชาติ (2525) ได้ทำการศึกษาพัฒนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11-15 ปี ในเขตกรุงเทพฯ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีอายุต่างกันจะมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันโดยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะลดลงในช่วงอายุ 12 ปี แต่หลังจากนั้นความคิดสร้างสรรค์จะเพิ่มขึ้น โดยลำดับ

วิทยา ทวีทรัพย์ (2532) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอุดรพิทยานุกูล จังหวัดอุดรธานี พบว่า การแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับสูงและกลางมีผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ระดับสูงและกลางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฑารัตน์ วงษ์ปาน (2533) ศึกษาผลของกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สัจจรมที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ในวิชาวิทยาศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2532 โรงเรียนประเทยวิทยาคาร จังหวัดสระบุรี จำนวน 60 คน กิจกรรมในค่ายประกอบด้วย 10 กิจกรรมใช้เวลา 3 วัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เข้าค่ายวิทยาศาสตร์สัจจรมมีความคิดสร้างสรรค์ในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

พิมพ์ วัฒนานนท์ (2539) ได้ศึกษาการใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นยุทธวิธี วงจรการเรียนรู้มาปรับแผนการสอน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เน้นยุทธวิธีวงจรการเรียนรู้มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ใช้แผนการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

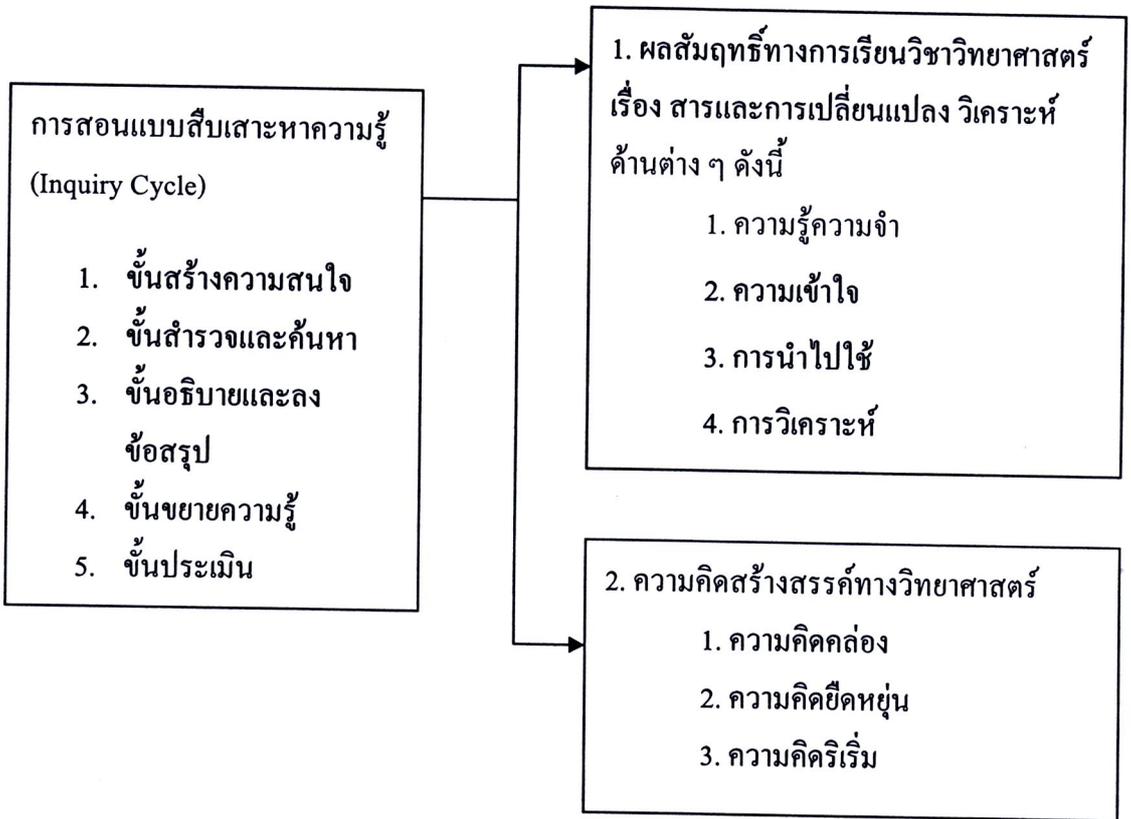
วนิดา ชูแก้ว (2546) ได้ศึกษาการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหนองตะเภา จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บุพา กุมภาว (2550) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้พบว่า

1. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ร้อยละ 70 จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 83.33 ของนักเรียนทั้งหมด
2. นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละด้าน คือ ความคิดคล่องค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.17, S.D = 9.56 ความคิดยืดหยุ่น ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.10, S.D = 2.52 ความคิดริเริ่ม 19.37, S.D = 10.01

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนรูปแบบต่าง ๆ ได้ เช่น กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ ชุดกิจกรรมเสริมความคิดสร้างสรรค์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

6. กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 4 กรอบแนวคิดของการวิจัย