

## การสอนให้คิดและสร้างสรรค์โครงการวิทยาศาสตร์ด้วยการเรียนรู้ เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา

### *The Science Instruction Consistency on Constructionism Theory for Science Project Creating*

เชษฐ ศิริสวัสดิ์\*

E-mail: chade\_m@yahoo.com

#### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการสอนให้คิดและสร้างสรรค์โครงการวิทยาศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา มีเนื้อหาประกอบไปด้วย ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา หลักการจัดการเรียนรู้ แนวการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เครื่องมือที่ใช้ส่งเสริมการเรียนรู้ บรรยากาศของการเรียนรู้ บทบาทของผู้สอน บทบาทของผู้เรียน การประเมินผลการเรียนรู้ การสอนโครงการวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา และตัวอย่างกิจกรรมการสอนให้คิดและสร้างสรรค์โครงการวิทยาศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา

**คำสำคัญ :** การสอนวิทยาศาสตร์, โครงการวิทยาศาสตร์, ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา

#### Abstract

This paper presented details of idea for Science Instruction Consistency on Constructionism Theory for Science Project Creating. The content consisted of Constructionism Theory , Principles of Constructionism, Instructional principles based on constructionism, Steps of learning - activities provision, Constructional tools, Learning Atmosphere, role of Science teacher, role of students, Learning Assessment, Science Project Teaching based on Constructionism Theory, and Examples of instructional activities on science projects based on Constructionism

**Key words :** *Science Teaching, Science Projects, Constructionism Theory*

---

\* อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จ.ชลบุรี

## บทนำ

โครงการวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มุ่งให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เข้ยงนักวิทยาศาสตร์ ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ การสังเกต ตำรวจตรวจสอบ ศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบด้วยตนเอง การทำโครงการวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรง ผ่านการคิดและค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีความรับผิดชอบ เชื่อมั่นในตนเอง สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ เกิดความรัก ความสนใจ ตระหนักถึงคุณค่า และประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นอกจากนี้ยังทำให้ผู้เรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าเป็นทั้งความรู้และกระบวนการเรียนรู้ แต่ปัจจุบันพบว่าการทำโครงการวิทยาศาสตร์ยังเป็นเรื่องยากสำหรับผู้สอนและผู้เรียน การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถทำให้ผู้เรียนพัฒนาได้ตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้โครงการวิทยาศาสตร์ข้างต้นได้ สาเหตุมาจากการที่ผู้สอนขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของการเรียนรู้ของผู้เรียน ธรรมชาติของการเรียนรู้ด้วยโครงการทางวิทยาศาสตร์ และแนวการจัดการเรียนรู้โครงการวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม ดังนั้นหากผู้สอนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวอย่างชัดเจนดีพอและมีความมุ่งมั่นที่จะพัฒนาผู้เรียนโดยเชือพลังในการเรียนรู้ในตัวของผู้เรียน ก็จะทำให้การเรียนรู้โครงการวิทยาศาสตร์ประสบผลสำเร็จ

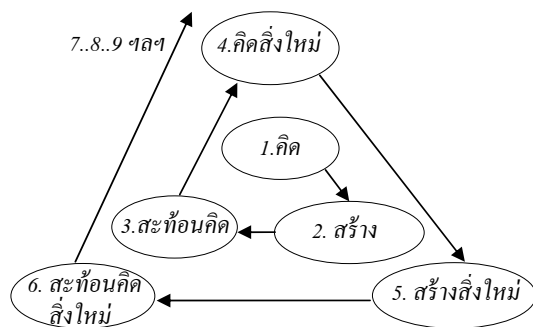
ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) เป็นทฤษฎีทางการศึกษาที่มีแนวคิดในการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้โครงการเป็นฐาน (Project - Based Learning) เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยการกระทำ

(Learning by doing) ผ่านการริเริ่ม คิด และสร้างชิ้นงานด้วยตนเอง โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมที่หลากหลายและเหมาะสม อันจะทำให้ผู้เรียนรู้จักคิด รู้จักแก้ปัญหา รู้จักการแสวงหาความรู้ และประเมินตนเองอยู่เสมอว่ารู้อะไรบ้าง รู้เพียงพอหรือยัง อันจะทำให้ผู้เรียนมีพลังในการเรียนรู้ต่อไปอย่างไม่มีที่สิ้นสุด ซึ่งเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับแนวการจัดการเรียนรู้ที่ระบุไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 หมวด 4 มาตรา 24 ว่า การจัดการเรียนรู้ควรให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ ได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น และทำเป็น สามารถประยุกต์ใช้ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ภายใต้อบรบอากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และการอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ดังนั้นเพื่อให้ผู้สอนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจัดการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และสามารถสอนโครงการวิทยาศาสตร์ได้ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ของการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ ในบทความนี้จึงนำเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับแนวคิดในการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา ตามลำดับต่อไปนี้ 1. แนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา 2. การสอนโครงการวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (การประยุกต์ใช้ทฤษฎีในการสอนโครงการวิทยาศาสตร์) และ 3. ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการสอนเพื่อให้ผู้เรียนคิดและสร้างสรรค์โครงการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตัวของผู้เรียนเอง

**ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา**

ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นโดย ศาสตราจารย์ ซีมัวร์ เพเพอร์ท (Seymour Papert) นักคณิตศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญด้านปัญญาประดิษฐ์ชาวอเมริกัน แห่งสถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ (MIT) ในปี ค.ศ.1960 โดยมีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget's Cognitive Theory) นักจิตวิทยาชาวสวิสเซอร์แลนด์ ที่เชื่อว่าเด็กสามารถสร้างความรู้ขึ้นได้ด้วยตนเองและให้ความสำคัญด้านพัฒนาการทางความคิดและกระบวนการสร้างสมมูลหรือพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก โดยอธิบายว่าเด็กไม่สามารถเรียนรู้เรื่องบางเรื่องได้ในช่วงวัยหนึ่งๆ เนื่องจากบางเรื่องมีความซับซ้อนหรือมีระบบแบบแผนที่ยากต่อการทำความเข้าใจ ต้องรอให้ถึงวัยที่เหมาะสมเสียก่อน ซึ่งทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาก็ยึดหลักที่ว่าผู้เรียนเป็นฝ่ายสร้างความรู้ขึ้นด้วยตนเอง *มิใช่ได้มาจากครู* เช่นเดียวกัน แต่มีข้อเพิ่มเติมว่าในการสร้างความรู้ขึ้นผู้เรียนจะต้องลงมือสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นมาและมีความเห็นที่แตกต่างว่าพัฒนาการทางความคิดและกระบวนการสร้างสมมูลนั้นไม่มีข้อกำหนดที่แน่นอนตามวัย อาจเกิดก่อนวัยได้ถ้าบุคคลถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าที่เป็นวัสดุหรือเครื่องมือที่ใช้สำหรับสร้างความรู้ (Constructional Tools) ที่เหมาะสม เนื่องจากวัสดุจะช่วยให้สิ่งที่เรียนรู้ได้ยากกลายเป็นเรื่องง่ายและเป็นรูปธรรมเพียงพอ การมีวัสดุสำหรับสร้างความรู้ที่หลากหลายอย่างเพียงพอจะช่วยให้เด็กมีโอกาสในการเลือกใช้วัสดุเหล่านั้นเป็นสื่อสำหรับช่วยคิด โดยเด็กแต่ละคนสามารถใช้วัสดุนั้นทดลองสร้างสิ่งใหม่ขึ้นตามความคิดและวิธีการของตนเองได้อย่างอิสระ ทำให้เกิดการเรียนรู้ผ่านการริเริ่ม คิด และสร้างชิ้นงานด้วยตนเอง ภายใต้การมีทางเลือก การมีปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย เช่น มีคอมพิวเตอร์/สื่อเทคโนโลยี/เครื่องมือสำหรับเรียนรู้ที่เหมาะสม จะทำให้

เด็กเกิดการเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับสิ่งที่รู้มาก่อนแล้ว และสามารถสร้างความรู้ใหม่ขึ้นด้วยตนเอง เป็นไปตามแนวคิดที่ว่า “การเรียนรู้ที่ดีกว่าไม่ได้มาจากการค้นพบวิธีการ “สอน” ที่ดีกว่าของครู หากแต่เป็นการให้โอกาส “ในการสร้าง” ที่ดีกว่าแก่ผู้เรียน” (Papert, 1996) นอกจากนั้นการสร้างบางสิ่งบางอย่างที่สัมผัสได้ และมีความหมายกับตนเองจะทำให้ผู้สร้างได้รับความรู้ไปด้วยและความรู้ใหม่นี้จะช่วยให้ผู้เรียนนั้นนำไปสร้างสิ่งต่างๆ ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น การได้มีโอกาสปรับเปลี่ยนแนวคิดหรือวิธีการทำงาน และแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่น จะทำให้ความรู้เพิ่มพูนขึ้น กระบวนการนี้จะเป็นวงจรต่อเนื่องที่เสริมรับกันและกันภายในตนเองอย่างไม่มีที่สิ้นสุด ดังแผนภาพ 1



**แผนภาพ 1** แสดงวัฏจักรการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (ปรับปรุงจาก ธเนศ ขำเกิด. 2548 : 164)

**หลักการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา**

ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา เชื่อว่าการสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการคิดการทำ และสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นมา นั้นมีหลักการเรียนรู้ 2 ประการ ดังนี้

1. มีการคิดและสร้างสรรค์ผลงานจากความคิดของตนเอง เพื่อแสดงความคิดของตนเองให้คนอื่นมองเห็นได้ การคิดและการกระทำดังกล่าวจะทำให้

ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการคิด ลงมือปฏิบัติ มีความกระตือรือร้น มีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองอย่างจริงจัง จึงทำให้การเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน

2. มีการคิดและสร้างสรรค์ผลงานในบรรยากาศที่มีความหลากหลาย ได้แก่ วัสดุ/สื่อเทคโนโลยีที่หลากหลายและเหมาะสม บุคคลที่หลากหลายทั้งความสามารถ ทักษะ และรูปแบบการทำงาน การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน เป็นผลให้ผู้เรียนจะต้องปรับเปลี่ยนความคิดและวิธีการทำงานเป็นระยะและประเมินตนเองได้ว่า “รู้เรื่องนั้นเพียงพอแล้วหรือไม่” ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นการสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียนเอง และความรู้ที่สร้างขึ้นเองนี้ยังเป็นฐานให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่เป็นวัฏจักรต่อไปได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด

### **แนวการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา**

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญานั้น ควรจัดกิจกรรมโดยให้ความสำคัญต่อเรื่องต่อไปนี้ (สุชิน เพ็ชรเกษม, 2544 : 31-38)

1. การเชื่อมโยงความคิด : เป็นการเชื่อมโยงสิ่งที่รู้แล้วกับสิ่งที่กำลังเรียน สิ่งที่รู้หรือความคิดเก่าจะเป็นฐานของการคิดใหม่ ทำใหม่ และรู้ใหม่

2. การริเริ่มของผู้เรียน : ให้โอกาสผู้เรียนเป็นผู้ริเริ่มทำโครงการตามความสนใจ เมื่อผู้เรียนเป็นฝ่าย

ริเริ่มทำโครงการจะทำให้เกิดความรู้สึกเป็นเจ้าของ และมุ่งมั่นทำงานนั้นให้บรรลุผล

3. ความต่อเนื่องในการพัฒนาโครงการ : ให้เวลาสำหรับการทำโครงการอย่างต่อเนื่องและเพียงพอ

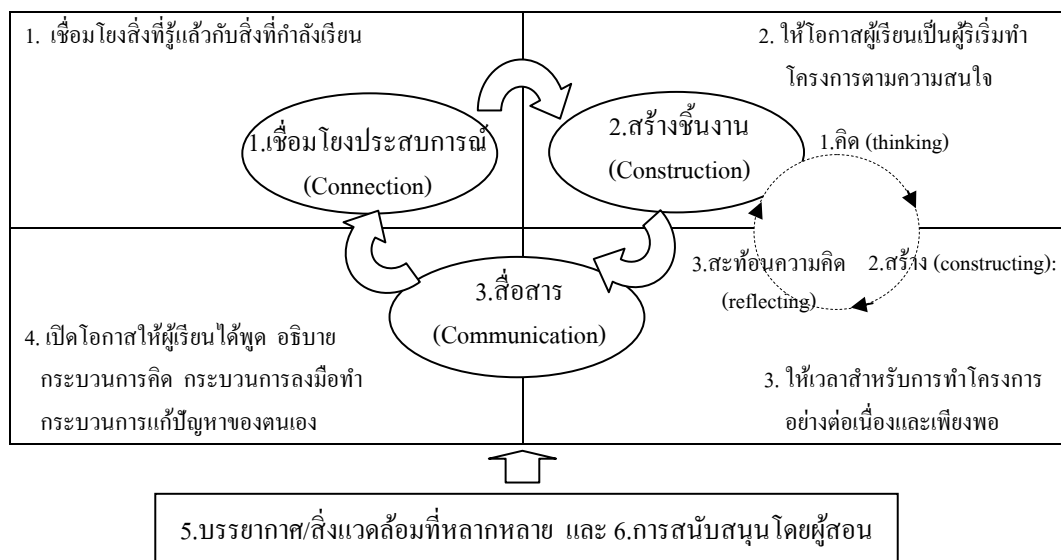
4. การวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้ของตนเอง: เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พูด อธิบาย กระบวนการคิด กระบวนการลงมือทำ กระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง อยู่เสมอ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทั้งความรู้และวิธีการเรียนรู้ของตนเอง เกิดทักษะในการการเรียนรู้ และสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ที่เผชิญอยู่ได้

5. การแลกเปลี่ยนความคิดในสภาพที่อบอุ่นและเป็นมิตร : การเรียนรู้ที่ดีจะต้องมีการคิด การทำ และการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา

6. การสนับสนุนของผู้สอน : การที่ผู้เรียนจะเรียนรู้ด้วยตนเองได้ต้องได้รับการสนับสนุนอย่างเหมาะสมไม่มากหรือน้อยเกินไปจากผู้สอนที่ได้รับการฝึกฝนให้มีความเข้าใจในกระบวนการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง การสะท้อนสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้และการใช้คำถามกระตุ้นของผู้สอนจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

### **ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้**

จากแนวการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา ผู้เขียนจึงสังเคราะห์เป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน หรือวัฏจักรแห่งการสร้างความรู้ 3C ดังแผนภาพ 2



แผนภาพ 2 แสดงขั้นตอนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ชั้น

จากแผนภาพแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับแนวการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา ภายใต้สิ่งเร้าอันประกอบไปด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการสร้าง และ บรรยายทศ/สภาพแวดล้อมอันเหมาะสม รวมถึงการสนับสนุนโดยผู้สอน ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดัง ตาราง 1

ตาราง 1 แสดงรายละเอียดขั้นตอนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ชั้น

ขั้นการสอน	ผลที่เกิดขึ้น
1. ขั้นเชื่อมโยงประสบการณ์ (Connection) เป็นการ ทบทวนความรู้เดิม เชื่อมโยงเข้าสู่ความรู้ใหม่ ให้แนวคิดหรือ ความรู้ที่เป็นพื้นฐานของบทเรียน ร่วมกันอภิปรายเพื่อให้เกิด คำถามและจุดประเด็นปัญหา	ผู้เรียนได้มีโอกาสดทบทวนความรู้เดิมและสร้างความคุ้นเคย กับความรู้ใหม่ อภิปราย ตั้งคำถามในประเด็นปัญหา ทำให้ ผู้เรียนเกิดแรงบัลดาลใจในการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้น
2. ขั้นสร้างชิ้นงาน (Construction) เป็นการให้ผู้เรียน เป็นผู้ริเริ่มหรือเลือกปัญหาหรือเลือกทำโครงการตามความ สนใจ โดยให้ผู้เรียนที่มีความสนใจในสิ่งที่คล้ายกันอยู่กลุ่ม เดียวกัน ร่วมกันทำความเข้าใจกับปัญหา/โครงการ วางแผน การทำงาน คิดและค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ จากผู้เชี่ยวชาญ	ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการกระทำด้วยตนเอง (Learning by doing) มีโอกาสริเริ่ม/เลือกทำโครงการตามความสนใจ จะ ส่งผลให้เกิด แรงบัลดาลใจในการที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้น มากขึ้น ผู้เรียนจะเกิดความรู้สึกเป็นเจ้าของ มุ่งมั่นทำงาน ให้บรรลุผลสำเร็จ ผ่านการคิด การลองผิดลองถูก

ขั้นการสอน	ผลที่เกิดขึ้น
<p>สร้างสิ่งที่เป็นรูปธรรม สะท้อนความคิดกับผู้สอนและเพื่อน เป็นระยะ โดยระหว่างสะท้อนความคิดผู้เรียนจะมีโอกาสประเมินตนเองว่ารู้เพียงพอหรือยัง หากผู้เรียนประเมินว่ายังไม่เพียงพอให้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือปรับรูปแบบการทำงานหรือแก้ไขได้ตลอดเวลา ซึ่งจะเกิดเป็นวัฏจักรตามลำดับ (1) คิด/ริเริ่ม --&gt; (2) สร้าง/นามธรรมสู่รูปธรรม --&gt; (3) สะท้อนความคิด/แลกเปลี่ยนประสบการณ์ โดยจะดำเนินเป็นวงรอบไปเรื่อย ๆ จนกว่าผู้เรียนจะได้ประเมินว่าพอใจหรือเพียงพอแล้ว เมื่อผู้เรียนนำความรู้มาสร้างชิ้นงานหรือนวัตกรรมจนเป็นที่น่าพอใจแล้ว จากนั้นให้ผู้เรียนสรุปความรู้ใหม่ในรูปแบบผังความคิด (Mind map) สำหรับอธิบายหรือสาธิตคู่กับชิ้นงานหรือนวัตกรรมใหม่ที่สร้างขึ้น</p>	<p>การวางแผน การค้นคว้า การศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ และการลงมือสร้างชิ้นงาน ระหว่างการทำงานอาจจะต้องปรับความคิดและวิธีการทำงานไปเป็นระยะ ๆ ทำให้ผู้เรียนประเมินตนเองได้ว่า ตนเองนั้นรู้หรือยังไม่รู้ รู้พอหรือยัง โดยผู้เรียนจะต้องปรับเพื่อสร้างให้เกิดความสมดุลในองค์ความรู้ที่ใช้ในการสร้างงานหรือแก้ปัญหา ตนเอง ซึ่งจะทำให้เกิดการรับหรือดูดซึมประสบการณ์ใหม่ (assimilation) และการปรับความแตกต่าง (accommodation) ระหว่างการสร้างงานหรือแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา เพื่อสร้างสรรค์ความรู้และวิธีการค้นคว้าหาความรู้ที่เป็นแบบฉบับของตนเอง</p>
<p><b>3. ขั้นสื่อสาร (Communication)</b> เป็นการนำเสนอผลงานด้วยวาจาหรือการจัดนิทรรศการ ประกอบด้วย ผลงาน/ผลผลิตจากการทำงาน กระบวนการเรียนรู้ และแนวคิดของการนำความรู้และกระบวนการเรียนรู้ที่ค้นพบที่ผ่านมาไปต่อยอดเป็นงานชิ้นใหม่ ทั้งนี้ผู้สอนจะทำการประเมินผลจากเรียนรู้จากการสะท้อนคิดในขั้นที่ 2 และเพิ่มสะสมผลงาน</p>	<p>ผู้เรียนได้นำเสนอ พูด และอธิบายถึงผลงาน กระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหา และความภาคภูมิใจของผู้เรียนที่มีต่อผลงานที่สร้างขึ้นในบรรยากาศที่เป็นมิตรและอบอุ่น เป็นการทำให้ผู้เรียนได้ประจักษ์แก่ตัวผู้เรียนเองว่า ผู้เรียนมีความรู้ มีทักษะใดเพิ่มขึ้นบ้าง และมีกระบวนการคิดหรือกระบวนการแก้ปัญหาอย่างไร นอกจากนั้นยังเป็นการสะท้อนให้ผู้สอนเห็นถึงองค์ความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนได้สร้างขึ้นด้วยตนเอง ผ่านทางผลงาน สิ่งประดิษฐ์ และการนำเสนอผู้เรียน รวมถึงแนวคิดในการนำความรู้และกระบวนการเรียนรู้ไปใช้ในการสร้างงานหรือสิ่งต่อไปอย่างไม่มีที่สิ้นสุด</p>

### เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างความรู้ (Constructional Tools)

ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาให้ความสำคัญต่อคอมพิวเตอร์และดิจิทัลเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก เนื่องจากคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือสำหรับสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ ที่ง่ายต่อการเปลี่ยนสิ่งที่เป็นนามธรรมให้แสดงออกมาเป็นรูปธรรมหรือชิ้นงานเพื่อให้ผู้อื่นสามารถมองเห็นความคิดของผู้เรียน และผู้เรียนก็สามารถใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมนั้นสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับนามธรรมต่อไป นอกจากนั้นคอมพิวเตอร์ยังมีความยืดหยุ่นสามารถรองรับความคิดในการ

สร้างสรรค์งานของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี สามารถแก้ไขปรับเปลี่ยนได้ทันทีและตลอดเวลาตามความคิดของผู้เรียน แต่อย่างไรก็ตามแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญานั้นก็สามารถนำไปใช้ได้เป็นอย่างดีโดยไม่มีคอมพิวเตอร์ (ชัชอนันต์ สมุทวณิช. 2542 : 143) โดยสามารถใช้วัสดุหรืออุปกรณ์อื่นๆ แทนได้ เช่น การต่อเลโก้ การปั้นดินน้ำมัน การใช้ดินสอวาด ภาพบนกระดาษ การตัดหรือพับกระดาษ การสร้างสิ่งประดิษฐ์หรืองานทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ผู้เขียนจึงสรุปคุณสมบัติของเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับการสร้างความรู้ 3 ประการ ดังนี้

1. หลากหลายทางเลือก : เครื่องมือมีหลายชนิด หลายรูปแบบ หลายสีสันทัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเลือกใช้สื่อในการสร้างงานได้ตามความคิดของตนเองได้อย่างอิสระ เช่น ตัวต่อเลโก้ที่มีทั้งสี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม วงกลม รูปต้นไม้ สัตว์ รถ และอื่นๆ

2. หลากหลายวิธีการ : สามารถนำเครื่องมือไปสร้างชิ้นงานได้หลากหลายทั้งรูปแบบและวิธีการ เช่น การสร้างหุ่นยนต์จะต้องออกแบบทั้งโครงสร้างและเขียนโปรแกรม หรือการกำหนดให้เตาเดินในโปรแกรมโลโก้ (Logo) ให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมนั้น สามารถเขียนโปรแกรมได้หลายวิธีการ ซึ่งจะทำได้ทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสได้ใช้ความคิดของตนเองได้อย่างอิสระ

3. สามารถรองรับความคิดของผู้เรียนได้ : สามารถรองรับความคิดและจินตนาการของผู้เรียนได้ดี สามารถปรับเปลี่ยนและแก้ไขตามความคิดของผู้เรียนได้ตลอดเวลา เช่น การพิมพ์ข้อความหรือวาดภาพบนคอมพิวเตอร์ การปั้นดินน้ำมัน ผู้เรียนจะสามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขได้ตลอดเวลา

## บรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมการเรียนรู้

การให้โอกาสผู้เรียนในการสร้างชิ้นงานตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญานั้น นอกจากจะมีเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับการสร้างความรู้ที่ดีแล้ว จำเป็นต้องมีบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ดี (Learning Environment) ที่เหมาะสมสำหรับการสร้างความรู้ด้วย ซึ่งควรมีส่วนประกอบ 3 ประการ ดังนี้

1. การมีทางเลือก (Choice) การมีทางเลือกที่หลากหลายเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด ได้ทำ ได้สร้างสิ่งที่สนใจและมีความหมายต่อตนเอง จะทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจ มุ่งมั่น เต็มใจ ที่จะเรียนรู้ในสิ่งที่มีความหมายนั้นต่อไป

2. มีความหลากหลาย (Diversity) สภาพแวดล้อมที่ประกอบไปด้วย กลุ่มผู้เรียนที่มีความหลากหลายทักษะ (skill) ได้แก่ กลุ่มคนที่มีความสามารถ และประสบการณ์ที่แตกต่างกัน และกลุ่มผู้เรียนที่มีความหลากหลายรูปแบบ (style) ได้แก่ รูปแบบการคิด รูปแบบการทำงานที่แตกต่างกัน เช่น บางคนชอบวางแผนก่อนลงมือทำงาน แต่บางคนชอบลองผิดลองถูก คิดไปสร้างไปแก้ปัญหาไป ซึ่งไม่มีวิธีการใดที่ถูกต้องที่สุด ผู้สอนควรให้อิสระและการยอมรับในวิธีการทำงานของผู้เรียนอย่างเท่าเทียม สภาพแวดล้อมที่มีความแตกต่างและหลากหลายนี้จะมีผลเป็นอย่างมากต่อการสร้างความรู้

3. มีความเป็นกันเอง (Congeniality) ภายใต้อารมณ์ที่เป็นมิตรจะทำให้ผู้เรียนรู้สึกอบอุ่น ปลอดภัย สบายใจ และจะเอื้อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความสุข

**บทบาทของผู้สอนต่อการส่งเสริมการเรียนรู้**  
ในการจัดการเรียนรู้นั้นผู้สอนนับว่ามีบทบาทสำคัญมากในการที่จะควบคุมกระบวนการเรียนการสอนให้บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ผู้สอนจึงควรกำหนดบทบาทของตนดังนี้

1. เป็นผู้สอน : เป็นผู้ที่มีความเข้าใจในการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาและเนื้อหาที่จะสอนเป็นอย่างดี เป็นผู้จัดบรรยากาศ/สิ่งแวดล้อมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม เป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) แก่ผู้เรียน และสามารถควบคุมกระบวนการเรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมาย

2. เป็นเพื่อนร่วมเรียน : มีความเป็นกันเองกับผู้เรียน

3. เป็นผู้ให้โอกาส : เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดด้วยตนเอง

4. เป็นผู้แนะนำ : เป็นผู้สะท้อนสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ ให้คำแนะนำ และใช้คำถามกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้

### บทบาทของผู้เรียนต่อการส่งเสริมการเรียนรู้

ในการเรียนตามทฤษฎีตามทฤษฎีการเรียนรู้ เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาผู้เรียนจะมีบทบาทเป็นผู้คิด เป็นผู้ปฏิบัติ และเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนจึงควรมีบทบาทดังต่อไปนี้

1. พร้อมเรียนรู้ : เข้าร่วมกิจกรรมด้วยความกระตือรือร้นและสมัครใจ รับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถ

2. ใฝ่รู้ใฝ่เรียน : มุ่งมั่นในการคิดและสร้างงาน (นามธรรมสู่รูปธรรม) รู้จักแสวงหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่างๆ ที่มีอยู่ด้วยตนเอง อดทนในการแก้ปัญหา

3. รู้จักตนเอง : วิเคราะห์ความรู้ ความคิด กระบวนการเรียนรู้ พฤติกรรม ความรู้สึกของตนเอง และสะท้อนให้ผู้อื่นเข้าใจได้

4. ร่วมเรียนร่วมรู้ : ให้ความช่วยเหลือกันและกัน ร่วมแสดงความคิดเห็น ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ยอมรับความแตกต่าง ร่วมตัดสินใจหาต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล

### การประเมินผลการเรียนรู้

สำหรับการประเมินผลนั้นจะเป็นการประเมินทั้งด้านความรู้ (Knowledge) และกระบวนการเรียนรู้ (Process) ด้วยวิธีการประเมินผลตามสภาพจริง (Authentic Assessment) โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้ดังนี้

1. ประเมินตนเอง เป็นการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้และกระบวนการเรียนรู้ของตนเองระหว่างการทำงานเพื่อให้ตนเองรู้ว่ายังมีข้อบกพร่องใดบ้างที่ควรปรับปรุง หรือมีความรู้ใดบ้างที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม รวมทั้งการประเมินตนเองเมื่อสิ้นสุดโครงการ โดยการ

สะท้อนความคิด (reflecting) และการบันทึกผลการเรียนรู้ทุกสัปดาห์

2. ประเมินโดยผู้สอน เป็นการประเมินด้วยวิธีการหลากหลาย ได้แก่ ตรวจเพิ่มสะสมผลงาน สังเกต การปฏิบัติงาน ทดสอบ ติดตามผลหลังเรียน รวมทั้งการประเมินโดยเพื่อน ทั้งนี้มาตรฐานหรือเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินควรเป็นการกำหนดร่วมกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียน

### การสอนโครงการวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา

การสอนให้ผู้เรียนทำโครงการทางวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายเพื่อปลูกฝังให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผ่านการสืบเสาะหาความรู้ การสังเกต ตำรวจตรวจสอบ ศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบด้วยตนเอง แสดงออกถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความรับผิดชอบ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ เกิดความรัก ความสนใจ ตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และทำให้ผู้เรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าเป็นทั้งความรู้และกระบวนการเรียนรู้ ดังนั้นการสอนให้คิดและสร้างโครงการวิทยาศาสตร์เพื่อบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายการทำโครงการวิทยาศาสตร์ด้วยการเรียนรู้ตามแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญานั้น จึงต้องทำความเข้าใจร่วมกันก่อนว่าการทำโครงการวิทยาศาสตร์มุ่งฝึกให้ผู้เรียนเรียนรู้วิธีการศึกษาค้นคว้า และแก้ปัญหาด้วยตนเอง *มิได้* เน้นการส่งเข้าประกวด แข่งขันเพื่อรับรางวัล ดังนั้นในการทำโครงการทางวิทยาศาสตร์จึงเริ่มจากการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนริเริ่มและเลือกทำโครงการวิทยาศาสตร์ตามความสนใจและเหมาะสมกับบริบทของตนเอง ตั้งแต่การกำหนดปัญหาหรือเลือกหัวข้อที่สนใจ การวางแผนการศึกษาค้นคว้า การรวบรวมข้อมูลหรือการทดลอง และการสรุปผลการ



ศึกษาค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษา ในบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่มีทางเลือก หลากหลาย ความสามารถ หลากหลายทักษะ หลากหลายรูปแบบการทำงาน มีสื่อเทคโนโลยีและวัสดุสำหรับสร้างความรู้ที่เหมาะสม หลากหลาย เพียงพอ และสามารถรองรับความคิดของผู้เรียนได้ดี สำหรับการกำหนดประเด็นหรือกรอบที่จะเร้าให้ผู้เรียนเกิดปัญหา ความสงสัย และความอยากรู้อยากเห็น ที่จะนำไปสู่การริเริ่มหรือเลือกหัวข้อในการทำโครงการของผู้เรียนที่มีพื้นฐานจากปัญหาของตนเองอย่างแท้จริงนั้น ผู้สอนควรคำนึงถึงความสนใจของผู้เรียน ผลกระทบที่มีต่อชีวิตประจำวัน ชุมชน และสังคม นอกจากนี้ควรคำนึงถึงบริบทของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ของผู้เรียน ได้แก่ บริบทของผู้เรียน โรงเรียน ชุมชน เพื่อน ครูประจำวิชา ครูที่ปรึกษา ผู้เชี่ยวชาญ แหล่งเรียนรู้ เครื่องมือ และวัสดุในการสร้างความรู้ที่มีอยู่ในโรงเรียนและชุมชน เป็นต้น

จากแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวมานั้น ผู้เขียนจึงกำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โครงการวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การปฏิบัติจริงเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

### 1. เชื่อมโยงประสบการณ์ (Connection)

ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันทบทวนความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ความรู้ใหม่ ผู้สอนให้แนวคิดหรือความรู้ที่เป็นพื้นฐานของบทเรียน ร่วมกันอภิปราย สืบเสาะตรวจสอบ เพื่อให้เกิดคำถามและจุดประเด็นปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจ เพื่อเป็นการกำหนดกรอบและนำเข้าสู่การกำหนดประเด็นในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

2. สร้างชิ้นงาน (Construction) ผู้สอนให้ผู้เรียนที่มีความสนใจสิ่งทีคล้ายกันอยู่กลุ่มเดียวกันเพื่อระดมสมองทำความเข้าใจปัญหา วางแผน ศึกษาจากแหล่งข้อมูลและผู้เชี่ยวชาญ ริเริ่ม สร้างเป็นผลงาน แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนและผู้สอน หากผู้เรียนประเมินว่ายังไม่เพียงพอให้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือปรับความคิดรูปแบบการทำงาน และแก้ไขผลงานได้ตลอดเวลา ในลักษณะ คิดไป ทำไป แก้ปัญหาไป ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จนกว่าจะได้ผลงานหรือชิ้นงานที่ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้และผู้เรียนพึงพอใจที่สุด โดยมีผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด และแนะนำการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อค้นหาความรู้

3. สื่อสาร (Communication) ผู้สอนให้ผู้เรียนสรุปความรู้และสิ่งที่ได้เรียนรู้ในรูปแบบผังความคิด (Mind map) เกี่ยวกับผลงานและกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง แล้วเขียนรายการการทำโครงการเพื่อนำเสนอด้วยวาจาและสาธิตพร้อมกับการนำเสนอสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมที่สร้างขึ้น รวมทั้งสร้างแรงบันดาลใจในการนำความรู้ที่ค้นพบไปต่อยอดเป็นงานชิ้นใหม่ต่อไป

เพื่อให้เกิดความชัดเจนในแนวคิดของการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา จึงขอเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นถึงความเหมือนและความแตกต่างของการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) และการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) ดังตาราง 2

**ตาราง 2** แสดงความเหมือนและความแตกต่างระหว่างการสอนโครงการงานวิทยาศาสตร์ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) การสอนโครงการงานวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Consturctionism)

การสอนโครงการงานวิทยาศาสตร์ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method)	การสอนโครงการงานวิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา(Consturctionism)
<p><b>แนวคิดหลัก</b></p> <p>1. ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง</p>	<p>1. ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง</p>
<p><b>การสร้างความรู้ของผู้เรียน</b></p> <p>2. ผู้เรียนสามารถสร้างรูปแบบในการทำ ความเข้าใจ (mental model) ได้ด้วยตนเอง</p> <p>3. ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้และความเข้าใจจาก ประสบการณ์ การสังเกต และหลักฐาน</p> <p>4. ผู้เรียนสามารถสร้างโครงสร้างความรู้และความเข้าใจด้วย ความรู้เดิมและสภาพแวดล้อมในสังคม</p> <p>5. ความรู้ของผู้เรียนเกิดจากการแก้ปัญหา สภาพแวดล้อม ของการโต้แย้ง และการทำงานร่วมกัน</p> <p>6. การเรียนรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งควรจัดให้สอดคล้องและ เหมาะสมกับพัฒนาการทางความคิดของผู้เรียนในแต่ละ ช่วงวัย</p>	<p>2. ความรู้ความคิดเกิดจากการคิด ลงมือสร้าง และแสดงออกมาเป็นรูปธรรมด้วยตนเอง</p> <p>3. ความรู้ความคิดของผู้เรียนเกิดจากการแก้ปัญหาแลกเปลี่ยน ความรู้กลุ่มที่สนใจสิ่งเดียวกัน</p> <p>4. ผู้เรียนสามารถสร้างโครงสร้างความรู้ด้วยความรู้ใหม่ที่เกิด จากการกระทำและการปฏิสัมพันธ์ โดยจนในบางครั้งอาจไม่ ต้องอาศัยความรู้เดิม</p> <p>5. สภาพแวดล้อมที่หลากหลายบรรยากาศในการเรียนรู้ที่เป็น มิตร สามารถจูงใจ และเอื้ออำนวยให้เกิดการสร้างความรู้ด้วย ตนเอง</p> <p>6. การเรียนรู้ในเรื่องที่ซับซ้อนอาจเกิดก่อนวัยได้ถ้าผู้เรียนถูก กระตุ้นด้วยสิ่งเร้าที่เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างที่เหมาะสม</p>
<p><b>การจัดกระบวนการเรียนรู้</b></p> <p>7. ใช้ยุทธวิธีการจัดการเรียนรู้แบบใช้การสืบเสาะเป็นฐาน (Inquiry -Based Learning)</p> <p>8. กิจกรรมการเรียนการสอนมุ่งเน้นให้ผู้เรียนคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และคิดแก้ปัญหา</p> <p>9. ให้ครูและแหล่งข้อมูลตลอดจนวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ลงมือ ปฏิบัติเป็นสื่อในการเรียนรู้</p> <p>10. แนวทางการสอนมีลักษณะเริ่มจากส่วนใหญ่ไปหา ส่วนน้อย ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่มีแบบแผน แน่นนอน</p>	<p>7. ใช้ยุทธวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการ เป็นฐาน (Project - Based Learning)</p> <p>8. ให้ผู้เรียนริเริ่มเอง คิดเอง สร้างเองทำเอง และถ่ายทอดความคิดออกมาเป็นรูปธรรม</p> <p>9. ให้สื่อ/เครื่องมือที่ใช้สำหรับสร้างความรู้ และเทคโนโลยีที่ เหมาะสม</p> <p>10. แนวทางในการสอนมีความหลากหลาย โดยให้ผู้เรียนเป็นผู้ วางแผนคิดไปทำไป จึงไม่มีแบบแผนที่แน่นอน</p>

ตัวอย่างกิจกรรมการสอนให้คิดและสร้างสรรค์โครงการงานวิทยาศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) ที่ผู้เขียนสร้างขึ้น

กิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าเสนอนี้ เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนคิดและสร้างสรรค์โครงการงานตามแนวทางของการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา ตามมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 โดยกำหนดสถานการณ์เป็นการทำโครงการวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเครื่องร่อนกระดาษกับปัญหาสุดท้ายว่า “ผู้เรียนจะสร้างเครื่องร่อนกระดาษให้บินได้ไกลที่สุดและบินอยู่บนอากาศได้นานที่สุดได้อย่างไร?” การเรียนรู้เรื่องดังกล่าวจะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ทางการบินและเป็นการฝึกให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาแสวงหาความรู้ ซึ่งจะนำไปสู่การเกิดจิตวิทยาศาสตร์ขึ้นในตัวผู้เรียน ผ่านการคิด การสร้าง การทดลอง การสะท้อนคิด นำเสนอ สรุปและเขียนเป็นรายงานการทำโครงการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งถือเป็นหัวใจสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มออกแบบการเรียนรู้จากการวิเคราะห์บริบทผู้เรียน สภาพแวดล้อมและมาตรฐานการเรียนรู้ (ตัวชี้วัด ว8.1ม.1-3/1-9 จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551) เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ กำหนดหลักการการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้ ตามลำดับ (ทั้งนี้สามารถศึกษาวิธีการออกแบบการเรียนรู้อย่างละเอียดเพิ่มเติมได้จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการเรียนรู้แบบย้อนกลับ : Backward Design) ซึ่งมีรายละเอียดดังตัวอย่างกิจกรรมต่อไปนี้

## จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบแล้วนักเรียนสามารถ

1. กำหนดปัญหา สาเหตุสำคัญของปัญหา กำหนดตัวแปร ตั้งสมมติฐานที่นำไปสู่การวางแผน ปฏิบัติการเก็บข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล การวิเคราะห์ และสรุปผลการศึกษาได้

2. สร้างแบบจำลองหรือผังความคิดเกี่ยวกับความรู้และกระบวนการเรียนรู้ได้

3. เขียนรายงานการทำโครงการ จัดแสดงผลงาน อธิบายและสาธิตเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการให้ผู้อื่นเข้าใจได้

## หลักการการเรียนรู้

1. ไบกิจกรรมที่ 1-3 ความรู้เกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์

2. ผังความคิดเกี่ยวกับความรู้และกระบวนการเรียนรู้

3. รายงานการทำโครงการวิทยาศาสตร์ การจัดแสดง การนำเสนอความคิด กระบวนการเรียนรู้ และสาธิตต่างๆ ที่เกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของตนเอง

## กิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โครงการวิทยาศาสตร์ ใช้เวลาประมาณ 16 สัปดาห์ๆ ละ 2 ชั่วโมง รวม 32 ชั่วโมง กับนักเรียน 30 คน แบ่งเป็น 8 กลุ่มๆ ละ 3-4 คน ดังตาราง 3

**ตาราง 3** แสดงตัวอย่างกิจกรรมการสอนให้คิดและสร้างสรรค์โครงการวิทยาศาสตร์ด้วยการเรียนรู้ เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา เรื่อง “เครื่องร่อนกระดาษ”

สัปดาห์	กิจกรรม
1-2	<p><b>ขั้นที่ 1 เชื่อมโยงประสบการณ์ (Connection)</b></p> <p>(1) ครูแนะนำรายวิชา จุดประสงค์การเรียนรู้ แผนการเรียนตลอดรายวิชา ภาระงาน และการวัดผลประเมินผล จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายกันเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โครงการวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงฝึกการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการกำหนดสถานการณ์และร่วมกันกำหนดคำถามปัญหา สมมติฐาน ทดลอง วิเคราะห์ผล และสรุปผล ผ่านใบความรู้และใบกิจกรรม จากนั้นครูแนะนำการบันทึกผลการเรียนรู้ด้วยบล็อก (Blog) เทคนิคการเขียนผังความคิด (Mind Map) เทคนิคการถ่ายภาพวิดีโอและการใช้ยูทิวบ์ (YouTube) เพื่อแสดงการเรียนรู้ ฝึกสร้างและบันทึกการเรียนรู้ของตนเองด้วยการสรุปความรู้ ผังความคิด และนำเสนอผ่านบล็อกของตนเอง</p> <p><b>หลักฐาน :</b> ใบกิจกรรมธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และบล็อก (Blog) บันทึกการเรียนรู้</p> <p><b>สื่อการเรียนรู้ :</b> เอกสารแนะนำรายวิชา ใบกิจกรรมธรรมชาติวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต และคู่มือการใช้บล็อก (Blog)</p>
3	<p>(2) ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้หรือประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับ “เครื่องบินได้อย่างไร?” เพื่อนำสู่การทำโครงการเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องร่อน</p> <p>(3) ครูนำเสนอสถานการณ์ว่า “นักเรียนเป็นทีมนักวิทยาศาสตร์ ทำหน้าที่วิจัยค้นคว้าเพื่อออกแบบเครื่องบินและเครื่องร่อน โดยครั้งนี้ได้รับมอบหมายให้ทำโครงการสร้างแบบจำลอง (model) เครื่องร่อน จากกระดาษ A4 2 รูปแบบ ได้แก่ แบบจำลองเครื่องร่อนที่สามารถร่อนในอากาศได้นานที่สุด และแบบจำลองเครื่องร่อนที่ร่อนได้ไกลที่สุด เพื่อจะนำความรู้/หลักการในการออกแบบเครื่องบินที่ได้ไปขยายเพื่อสร้างเครื่องบินขนาดใหญ่ต่อไป” จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับโครงการ ตอบข้อซักถาม รวมถึงกำหนดเป้าหมาย กติกาหรือเกณฑ์ในการทำโครงการดังกล่าวร่วมกัน</p> <p>(4) ครูให้นักเรียนตั้งชื่อบริษัท อธิบายหลักการทำงานของเครื่องบิน และแนวคิดในการสร้างเครื่องร่อนทั้ง 2 ประเภท และสรุปเป็นผังความคิดแล้วบันทึกผลการเรียนรู้ของตนเอง (งานบุคคล) จากนั้นครูแจ้งนักเรียนว่า สัปดาห์ต่อไปจะไปศึกษาหลักการบินของเครื่องบิน/เครื่องร่อน ณ สนามบินบางพระ โดยครูบอกจุดมุ่งหมายของการไปศึกษาดูงานและนัดหมาย <b>หลักฐาน :</b> บันทึกการเรียนรู้</p>
4	<p>(5) ครูพานักเรียนไปศึกษาดูงานยังแหล่งเรียนรู้สนามบินบางพระ เพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องบินเล็กและเครื่องร่อน นักเรียนบันทึกและซักถามในประเด็นที่สงสัย สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และเขียนผังความคิด (อาจมีการปรับจากผังความคิดที่เคยสรุปไว้) แล้วทำบันทึกการเรียนรู้ (แนบภาพถ่าย)</p> <p><b>หลักฐาน :</b> บันทึกการเรียนรู้ <b>สื่อการเรียนรู้ :</b> แหล่งเรียนรู้อื่น “สนามบินบางพระ”</p>

สัปดาห์	กิจกรรม
5-9	<p><b>ขั้นที่ 2 สร้างชิ้นงาน (Construction)</b></p> <p>(6) ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3-4 คน โดยให้นักเรียนที่สนใจในเรื่องที่ใกล้เคียงกันอยู่กลุ่มเดียวกัน เพื่อให้ นักเรียนระดมสมองเพื่อตั้งชื่อบริษัท อธิบายหลักการทำงานของเครื่องบิน คิดหาวิธีการสร้างเครื่องร่อนกระดาษ ให้ร่อนไกลและนานที่สุด โดยสืบค้นข้อมูลจากเอกสาร หนังสือ อินเทอร์เน็ต ผู้รู้ผู้เชี่ยวชาญได้อย่างอิสระ เพื่อนำ หลักการหรือความรู้เหล่านั้นมาใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องร่อนทั้ง 2 ประเภท นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยน เรียนรู้กับเพื่อนและครูได้ตลอดเวลา ครูให้อิสระในการคิด การสร้าง วิธีการทำอย่างเต็มที่ หากนักเรียน ประเมินว่ายังไม่เพียงพอให้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือปรับความคิด รูปแบบการทำงาน และแก้ไขชิ้นงานได้ตลอด เวลา ในลักษณะ คิดไป ทำไป แก้ปัญหาไป จนกว่าจะได้ผลงานหรือชิ้นงานที่นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้และ นักเรียนพึงพอใจที่สุด โดยมีครูประจำวิชาและครูประจำกลุ่มเป็นผู้อำนวยการความสะดวก และใช้คำถามกระตุ้นให้ นักเรียนคิด ถึงการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น นักเรียนมีแนวคิดว่าถ้าปีกใหญ่ขึ้นจะทำให้เครื่องร่อนบิน ได้นานขึ้น ครูอาจช่วยสะท้อนคิดในเรื่องการควบคุมตัวแปร ได้แก่ รูปร่างของปีก น้ำหนักของเครื่องร่อน สถานที่ ทดลอง รวมถึงการวัดขนาดเพื่อบันทึกไว้เป็นข้อมูล ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงการใช้กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์เพราะสิ่งนี้เป็นหัวใจสำคัญของโครงการวิทยาศาสตร์</p> <p>(7) เมื่อสร้างเสร็จในแต่ละสัปดาห์ ครูให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มนำเสนอความรู้ที่ค้นพบ กระบวนการเรียนรู้ของ ตนเอง พร้อมทั้งแสดงและสาธิตเครื่องร่อนตามแนวคิดของกลุ่ม และเมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ในแต่ละสัปดาห์ครูให้ นักเรียนทำบันทึกกิจกรรมหรือความรู้ใหม่ประจำสัปดาห์ โดยในแต่ละสัปดาห์นักเรียนอาจปรับเปลี่ยนผังความ คิดตามข้อมูลหรือผลการทดลองที่พบใหม่ได้เสมอ</p> <p>(8) ให้นักเรียนดำเนินการสืบค้น ทดลอง เพื่อสร้างเครื่องร่อนตามกระบวนการในข้อ 6-7 ในสัปดาห์ 6, 7, 8, และ 9 ตามลำดับ เมื่อนักเรียนพอใจกับผลงาน แนวคิด หรือสิ่งประดิษฐ์แล้วให้นักเรียนสรุปความรู้และกระบวนการ เรียนรู้ของกลุ่มแล้วเขียนเป็นผังความคิด พร้อมบันทึกผลการเรียนรู้</p> <p><b>หลักฐาน :</b> บันทึกการเรียนรู้</p> <p><b>สื่อการเรียนรู้ :</b> กระดาษ A4 เทปใส กาว คอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต ห้องสมุด และแหล่งเรียนรู้อื่น</p>
10	<p>(9) นักเรียนสรุปแนวคิดที่ได้จากการค้นคว้าในสัปดาห์ที่ 3-9 มาสรุปความรู้ หลักการในการสร้างเครื่องร่อน และ ทำการสร้างเครื่องร่อนตามแนวคิดสุดท้ายของกลุ่ม และทำการบันทึกการเรียนรู้ (แนวคิดที่สมบูรณ์ที่สุดหรือ แนวคิดที่ตกผลึกแล้ว)</p> <p><b>หลักฐาน :</b> บันทึกการเรียนรู้</p>
11-13	<p><b>ขั้นที่ 3 สื่อสาร (Communication)</b></p> <p>(10) ครูแนะนำการรวบรวมผลการเรียนรู้ทั้งหมด เพื่อนำมาสรุปความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของกลุ่มแล้ว เขียน เป็นรายงานการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ด้วยรูปแบบการเขียนรายงานผลการทำโครงการทางวิทยาศาสตร์ จัดทำ แผ่นป้ายแสดงโครงการวิทยาศาสตร์ เพื่อนำเสนอนิทรรศการในการ ฝึกการนำเสนอและสาธิตผลงาน โดยมีครู ประจำวิชาและครูประจำกลุ่มให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด</p> <p><b>หลักฐาน :</b> รายงานการทำโครงการวิทยาศาสตร์ แผ่นป้ายแสดงโครงการวิทยาศาสตร์</p> <p><b>สื่อการเรียนรู้ :</b> ตัวอย่างรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างแผ่นป้ายแสดงโครงการวิทยาศาสตร์</p>
14	<p>(11) นักเรียนจัดแสดงผลงานและนำเสนอผลงานด้วยวาจา กลุ่มละ 10 นาที ชักถาม 5 นาที <b>หลักฐาน :</b> การนำ เสนอผลงาน</p>

สัปดาห์	กิจกรรม
15-16	(12) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดในการสร้างเครื่องร้อนที่จะสามารถบินร่อนไปได้ไกลที่สุดและนานที่สุด และความรู้อื่นๆ ที่เรียนรู้ขณะทำโครงการวิทยาศาสตร์ และกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ร่วมถึงการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน จากนั้นครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่ยังสงสัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการที่นักเรียนทำ เนื่องจากนักเรียนอาจยังพบความไม่สมบูรณ์ของงาน
	(13) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการนำความรู้ที่ค้นพบไปศึกษาต่อยอด และประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงการวิทยาศาสตร์ (14) จากนั้นครูยกตัวอย่างโครงการวิทยาศาสตร์ หรือผลการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจและมีผลกระทบต่อชุมชน สังคม และโลก เพื่อสร้างแรงบันดาลใจให้นักเรียนมุ่งมั่นที่จะค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อันจะเป็นประโยชน์ตนเองและผู้อื่นๆ ด้วยวิธีการของโครงการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมั่นใจต่อไป หลักฐาน : บันทึกการเรียนรู้

### ตัวอย่างแบบบันทึกการเรียนรู้ประจำสัปดาห์

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างในสัปดาห์นี้? .....
2. นักเรียนพบปัญหาใดบ้าง และมีวิธีแก้ปัญหานั้นอย่างไร? .....
3. นักเรียนรู้สึกสนุก และพึงพอใจกับการเรียนรู้เรื่องใด และกิจกรรมใดบ้าง? .....
4. สิ่งใดที่นักเรียนไม่สนุก หรือไม่มีความสุขกับการทำกิจกรรม? .....
5. สิ่งใดบ้างที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ ในกิจกรรมการเรียนรู้นี้? .....
6. สิ่งใดบ้างในกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องการเรียนเพิ่มเติม? .....

### ตัวอย่างแบบรายงานผลการทำโครงการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง : ให้นักเรียนร่วมกันสรุปกระบวนการในการทำโครงการทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับดังนี้

1. ปัญหาที่พบ.....
2. ความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา.....
3. ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....
4. คำถามของโครงการ.....
5. สมมติฐาน.....
6. ขอบเขตของการศึกษา.....
7. เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา.....
8. วิธีดำเนินการ.....
9. บันทึกผลการทดลอง (การออกแบบการนำเสนอ).....
10. แนวการสรุปผลการศึกษา.....
11. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการทำโครงการ.....
12. งบประมาณ.....
13. นักเรียนจะตั้งชื่อโครงการนี้ว่าอย่างไร.....

## บทสรุป

จากสาระที่ได้นำเสนอข้างต้นนั้นแสดงให้เห็นว่าการสอนให้คิดและสร้างโครงการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญานั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ทั้งที่เป็นความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และรู้ที่เป็นกระบวนการเรียนรู้ของตนเองด้วยตัวของผู้เรียนเอง ผ่าน

การฝึกให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการที่สร้างขึ้นด้วยตนเองในการหาแสวงหาความรู้ ด้วยการคิด การสร้าง การทดลอง การสะท้อนคิด นำเสนอ สรุปและเขียนเป็นรายงานการทำโครงการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นหัวใจสำคัญของการเรียนเพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาอย่างแท้จริง

## เอกสารอ้างอิง

- ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2546). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542*. กรุงเทพฯ : องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- ชัยอนันต์ สมุทวณิช. (2542) ทรรศนะ CONSTRUCTIONISM คืออะไร. *วารสารราชบัณฑิตยสถาน*. ปีที่ 24 ฉบับที่ 1 (ต.ค. 2541-ม.ค. 2542) หน้า 137-144.
- ธเนศ ขำเกิด. (2548). การสร้างสรรค์ความรู้ตามทฤษฎี Constructionism. *ส่งเสริมเทคโนโลยี*, ปีที่ 31 ฉบับที่ 178 (ธ.ค.2547-ม.ค. 2548 ) หน้า 163-164.
- พัทรา สืบศิริ, ชนิกานต์ ยิ้มประยูร, และ ดาวิชัย บุญธรรม. (2549). การออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้บนพื้นฐานแนวคิดวิษณุกรรมนิยม. *เอกสารประกอบการประชุมวิชาการครั้งที่ 44*, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 31 มกราคม - 2 กุมภาพันธ์, หน้า 393-402.
- สุชิน เพ็ชรภักย์. (2544). *รายงานการวิจัย เรื่อง การจัดการกระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2541). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Chade Sirisawat. (2007). A Study of Learning Outcome From Robot Construction Activity by Analysis of Student's Picture Drawing. *SciEd Asia-Pacific Bangkok, Thailand 2007 "1st International Conference on Science Education in the Asia-Pacific" 28-29 November, 2007*, Sofitel Centara Grand Bangkok Hotel, Thailand.
- Papert, S. (1993). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York : Basic Books, Harper Collins Publishers.
- Papert, S. (1993). *The Children's Machine: Rethinking School in the Age of the Computer*. New York : Basic Books, Harper Collins Publishers.
- Grant P. Wiggins, Jay McTighe. (2005). *Understanding by Design*. Merrill education/ASCD college textbook series pp. 1-370.