

322. 35064

8 4610

13

การเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วย
การคิดวิจารณ์ญาณ กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

10 พ.ย. 2537

ปริญญานิพนธ์

ของ

ธัญญา เรืองแก้ว

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

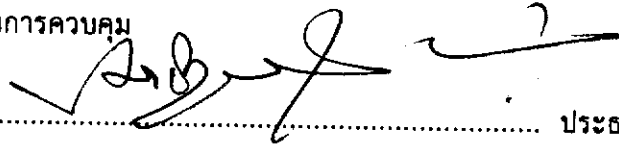
พฤษภาคม 2537

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

191502

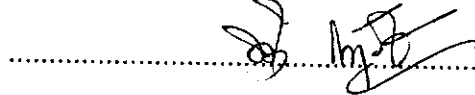
คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอก
วิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม



ประธาน

(รศ.ดร. ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์)



กรรมการ

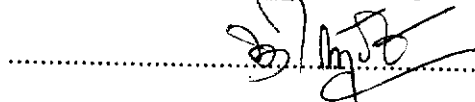
(อ. ขวลิต เพ็ญอารีย์)

คณะกรรมการสอบ



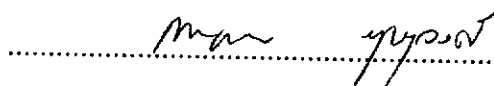
ประธาน

(รศ.ดร. ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์)



กรรมการ

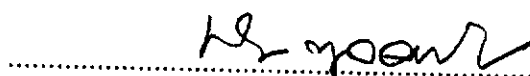
(อ. ขวลิต เพ็ญอารีย์)



กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ดร. กาญจนา ชูศรีวงศ์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ดร. ศิริยุภา พูลสุวรรณ)

วันที่ 4 เดือน พ. ค. พ.ศ. 2537

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร. ณัฐพงษ์ เจริญพิทย อาจารย์ชวลิต เพ็ญอารีย์ และ ผศ.ดร.บุติมา วัฒนะศิริ ที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณคณะผู้เชี่ยวชาญ อาจารย์พงษ์ชัย ศรีพันธุ์ อาจารย์เจลิยว ผดุงวงศ์ อาจารย์ตันหยง อิ่มมาก ที่ให้ความช่วยเหลือในการสร้าง แนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขเครื่องมือในการวิจัย

ขอขอบพระคุณครูใหญ่โรงเรียนพระแม่มารีสาธูประดิษฐ์ คณะครู - อาจารย์และชอบใจนักเรียนโรงเรียนพระแม่มารีสาธูประดิษฐ์ที่ได้ให้ความร่วมมืออย่างดีในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งเพื่อนนิสิตปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ปีการศึกษา 2535 ตลอดจนทุกท่านที่เป็นกำลังใจ จนทำให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบใจครอบครัวเรื่องแก้วที่ได้สนับสนุน ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจอย่างดียิ่งตั้งแต่ต้นจนสำเร็จการศึกษา

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณแต่บิดามารดา ครู - อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ชี้แนะแนวทางการศึกษาแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

ธัญญา เรื่องแก้ว

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	3
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	4
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ	5
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
	เอกสารเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์	10
	เอกสารเกี่ยวกับการคิดนอกกรอบ	16
	เอกสารเกี่ยวกับการคิดวิจารณ์	21
	เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก	24
	เอกสารเกี่ยวกับความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	28
	เอกสารเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์.....	39
	งานวิจัยเกี่ยวกับการคิดนอกกรอบ	45
	งานวิจัยเกี่ยวกับการคิดวิจารณ์	46
	งานวิจัยเกี่ยวกับแบบฝึก	47
	งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	48
	งานวิจัยเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์	56
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	58
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	59
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	59
	ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	60
	เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	60
	แบบแผนการทดลอง	60
	ขั้นตอนการทดลอง	61
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	62
	ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ	62
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	67

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	69
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	69
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	69
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	77
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	77
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	77
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	77
การวิเคราะห์ข้อมูล	78
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	78
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	78
ข้อเสนอแนะ	83
บรรณานุกรม	85
ภาคผนวก	95
ภาคผนวก ก.....	96
ภาคผนวก ข	98
ภาคผนวก ค.....	120
ภาคผนวก ง	150
ภาคผนวก จ	157
ภาคผนวก ฉ	172
ประวัติย่อของผู้วิจัย	181

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงนิยามของเกณฑ์การประเมินในแต่ละด้าน	31
2 แสดงจำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	59
3 แสดงการสอนในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	60
4 เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การฝึก การคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ กับการสอนตามแนว การสอนของ สสวท.	64
5 แสดงการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ เปรียบเทียบ กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.....	64
6 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณา จากคุณภาพของโครงการ ด้านคุณภาพ ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิด นอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนว การสอนของ สสวท.	70
7 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณา จากคุณภาพของโครงการ ด้านการเพาะความคิด ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึก การคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตาม แนวการสอนของ สสวท.....	70
8 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณา จากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้านความเหมาะสมในการแก้ปัญหา ของนักเรียน กลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับ กลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.	71
9 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณา จากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้านความเพียงพอในการแก้ปัญหา ของนักเรียน กลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับ กลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.....	72
10 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณา จากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้านความสมเหตุสมผลตามศาสตร์ ของนักเรียน กลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับ กลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท	73
11 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณา จากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้านการใช้ประโยชน์ ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับ การฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับกลุ่มที่ได้รับ การสอนตามแนวการสอนของ สสวท.	73

12	แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณา จากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้านความสมบูรณ์ ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับ การฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับกลุ่ม ที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.	74
13	แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณา จากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้านการสื่อความหมายให้คนอื่นเข้าใจ ของนักเรียน กลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ กับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.	75
14	แสดงการสรุปผลการเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสาน ด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.	76
15	แสดงผลการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบประเมิน (โครงการ) ของผู้ประเมินคนที่ 1 กับผู้ประเมินคนที่ 2	151
16	แสดงผลการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบประเมิน (โครงการ) ของผู้ประเมินคนที่ 2 กับผู้ประเมินคนที่ 3	152
17	แสดงผลการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบประเมิน (โครงการ) ของผู้ประเมินคนที่ 1 กับผู้ประเมินคนที่ 3	153
18	แสดงผลการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบประเมิน (สิ่งประดิษฐ์) ของผู้ประเมินคนที่ 1 กับผู้ประเมินคนที่ 2	154
19	แสดงผลการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบประเมิน (สิ่งประดิษฐ์) ของผู้ประเมินคนที่ 2 กับผู้ประเมินคนที่ 3	155
20	แสดงผลการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบประเมิน (สิ่งประดิษฐ์) ของผู้ประเมินคนที่ 1 กับผู้ประเมินคนที่ 3	156

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงกระบวนการคิดนอกกรอบ	20

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษานับเป็นรากฐานที่สำคัญที่สุดประการหนึ่งสำหรับการสร้างสรรค์ความเจริญก้าวหน้า และแก้ไขการพัฒนาประเทศในด้านต่าง ๆ เพราะการศึกษาเป็นเรื่องที่มีความสัมพันธ์โดยตรงต่อการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของประเทศให้เป็นผู้รู้จักคิด รู้จักทำ รู้จักแก้ปัญหา

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีลักษณะที่เอื้ออำนวยอย่างยิ่งที่ครูจะสามารถจัดกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้รู้จักคิด รู้จักทำ รู้จักแก้ปัญหา รัฐจึงมีนโยบายทางการศึกษา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยเฉพาะเพื่อเร่งพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจและสังคมยุคใหม่ อันจะนำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาประเทศ

ในการเร่งพัฒนาส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งในด้านเนื้อหาสาระและกระบวนการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานสูงขึ้น สามารถประดิษฐ์คิดค้น และนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่อย่างมีคุณภาพ จึงกำหนดเป็นมาตรการขึ้น เช่น ปรับปรุงการเรียนการสอนและการประเมินผล โดยเน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์ ค้นคว้าหาข้อเท็จจริง และแก้ปัญหา ส่งเสริมการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนรู้จักนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่และเทคโนโลยีพื้นบ้านมาประดิษฐ์และประยุกต์ใช้ได้ อย่างเหมาะสม (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2535 : 7)

การที่จะทำให้นักเรียนสนใจเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อให้มีความรู้ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะช่วยส่งเสริมกระบวนการคิด จนกระทั่งนักเรียนสามารถผลิตผลงานออกมาเป็นรูปธรรมอันจะนำมาซึ่งความภาคภูมิใจ (อาคม คำแพงเศรษฐ์. 2534 : 3) ที่จะเป็ผลต่อแรงจูงใจในการเรียนรู้ต่อไป

ผลผลิตเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นผลทางรูปธรรมที่สามารถมองเห็นได้ สัมผัสได้ ซึ่งผลผลิตเหล่านี้สามารถสร้างขึ้นได้จากการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำโครงการวิทยาศาสตร์ หรือการทำสิ่งประดิษฐ์ทางด้านวิทยาศาสตร์ ที่จะต้องอาศัยกระบวนการต่าง ๆ คือ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดในรูปแบบต่าง ๆ (พัฒนานุสรณ์ สถาพรวงศ์. 2532 : 128) ดีโบโน (De Bono 1982 : 10 - 13) กล่าวว่าความคิดเป็นสิ่งที่เรียนรู้ได้ ฝึกหัดได้ สอนกันได้เหมือนทักษะอื่น ๆ จากการเปลี่ยนแปลงของโลกและความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งวิทยาการใหม่ ๆ ซึ่งเป็นผลมาจากความคิดของคน โดยได้จำแนกความคิดเป็น 2 แบบ คือ ความคิดในกรอบ (Vertical Thinking) ความคิดนอกกรอบ (Lateral Thinking) ในการคิดนอกกรอบนั้นนับเป็นแนวคิดใหม่ เป็นแนวคิดที่

สามารถสร้างสรรค์ผลงานต่าง ๆ เช่น ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ภาพวาด บทเพลง วรรณกรรม และเทคโนโลยีใหม่ ๆ ซึ่งคนทั่วไปมักคิดว่าเป็นพรสวรรค์ (Gifted) อันเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และต่อมา คิงและคิง (King and King 1988 : 32-33) ได้ทดลองใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบที่ ดีโบนิดีขึ้นมากทดลองใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยสอนคิดแล้วให้ วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการประหยัดพลังงาน ผลปรากฏว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ คะแนนจากการทำรายงานสูงขึ้น การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดโดยใช้หลัก เกณฑ์และวิธีการทางตรรกศาสตร์ในการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล และจากการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ ปรากฏว่า ความคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก (สมนึก มุกดา. 2523 : 44) การคิดอีกแบบหนึ่งที่เป็นการคิดอย่างมีเหตุผลเพื่อตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งที่จะเชื่อหรือสิ่งที่จะปฏิบัติ นั้นก็คือ การคิดวิจารณ์ ซึ่งการคิดอย่างมีวิจารณ์นี้เป็นความคิดที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการประเมินหลักฐานต่าง ๆ และสรุปคำตอบหลังจากได้พิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ อย่าง รอบคอบแล้ว จากผลการวิจัยของวิไลวรรณ ปิยะปกรณ (วิไลวรรณ ปิยะปกรณ. 2535 : 86-90) พบว่าการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณ์ ทำให้นักเรียนมีทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์สูงขึ้น

ดังนั้น ถ้านำเอาความคิดนอกกรอบซึ่งเป็นการคิดออกไปจากกรอบความคิดเดิมที่ครอบงำอยู่ ทำให้เกิดแนวคิดใหม่หลาย ๆ อย่างขึ้น แล้วตรวจสอบความคิดนั้นด้วยกระบวนการคิดวิจารณ์ จะส่งผลทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ประเภทความคิดนอกกรอบมีความเชื่อถือมากขึ้น

แต่จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงผลการเรียนรู้ข้างเคียงใน 4 ด้านของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ คือ ภูมิปัญญาเชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในระยะเวลา 3 รอบปี (ม.4 - ม.6) พบว่า ภูมิปัญญาเชิงวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลง 2 ซิกม่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลง 1.5 ซิกม่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในปี ม.4 เพิ่มขึ้นเกือบ 1 ซิกม่า ม.5 มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ม.6 มีการเปลี่ยนแปลงลดลงเหลือ -1 ซิกม่า (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2536 : 24 - 25) สารานุกรมนานาชาติทางการศึกษา (International Encyclopedia of Education) ฉบับปี ค.ศ.1985 (Husen and Others 1985 : 1093 - 1100) ได้เสนอว่านิยามของความคิดสร้างสรรค์ ทฤษฎีและงานวิจัยไม่สามารถตกลงกันได้ จึงแปรเปลี่ยนไม่เหมือนกัน มีเพียงสิ่งเดียวที่มีความเห็นตรงกันก็คือ ความคิดสร้างสรรค์เป็น กระบวนการทางสมองขั้นสูง และผลผลิตที่สร้างสรรค์ทำให้ความคิดสร้างสรรค์ยังเป็นเพียงภาวะ สันนิษฐานที่ยังไม่ชัดเจนและยังไม่สามารถให้คำนิยามที่ตรงกันได้ แต่ในปัจจุบันงานวิจัยส่วนใหญ่ก็ ยังอ้างถึงความจำเป็นที่ต้องการให้คนมีความคิดสร้างสรรค์ที่จะสามารถสร้างผลผลิตใหม่ ๆ ออกมา จอร์แดน (Jordan. 1975 : 1 - 3) ได้วิเคราะห์ข้อมูลตามนิยามและการวัดความคิดสร้างสรรค์ตาม แนวของวอลลาซและโคแกนพบว่า การคิดแบบอนินทรีย์จะสามารถทำให้เกิดผลงานเชิงสร้างสรรค์ได้ แต่ไม่อาจยืนยันได้ว่าแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่วัดจากความคิดเอนกอนินทรีย์มีความเที่ยงตรงเชิง ทำนายน ส่วนงานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ในประเทศไทยที่ใช้การฝึกและการสอนเพื่อ

พัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยตรงยังมีน้อยมาก โดยเฉพาะความคิดสร้างสรรค์ประเภทความคิดนอกกรอบ

จากจุดมุ่งหมายที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนคือการฝึกให้นักเรียนมีความสามารถในการนำความรู้ ความคิด และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา ประดิษฐ์คิดค้น หรือค้นคว้าหาความรู้ต่าง ๆ (บุติมา วัฒนะศิริ. 2536 : 22) แต่การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนคิดเป็นลูกเล่น สาเหตุหนึ่งก็อาจเนื่องมาจากการที่ครูผู้สอนไม่มีความเข้าใจเพียงพอในเรื่องของ “การคิด” ครูอาจไม่ทราบวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเสริมสร้างการคิด โดยเฉพาะความคิดวิจารณ์ญาณซึ่งมีพื้นฐานมาจากองค์ประกอบของสติปัญญาด้านความรู้ (ทศนา แคมมณี. 2533 : 3)

จากแนวความคิดที่กล่าวข้างต้น ความคิดนอกกรอบ ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดวิจารณ์ญาณ สามารถฝึกฝนโดยใช้กิจกรรมต่าง ๆ ได้ แต่การผลิตผลงานเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้นต้องใช้ความคิดหลาย ๆ อย่างมาประมวลกัน โดยเฉพาะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะของการเปลี่ยนแปลงที่ไม่แน่นอน ทำให้มีผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับการฝึกการคิดนอกกรอบซึ่งเป็นความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ชนิดหนึ่ง มาฝึกเสริมด้วยกระบวนการคิดวิจารณ์ญาณ เปรียบเทียบกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวการสอนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จะมีผลต่อความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งพิจารณาจากคุณภาพของโครงการและสิ่งประดิษฐ์ อันเป็นผลงานของ นักเรียนที่เลือกเรียนวิชาเลือกเสรี ว 017 โครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต ผลของการศึกษาครั้งนี้จะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ในเรื่องของกระบวนการฝึกการคิด เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

ก. ความมุ่งหมายหลัก

เพื่อเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

ข. ความมุ่งหมายเฉพาะ

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของโครงการ ซึ่งเป็นผลงานของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพ

ของสิ่งประดิษฐ์ ซึ่งเป็นผลงานของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะทำให้ทราบว่า การฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ จะมีผลต่อความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งพิจารณาจากคุณภาพของโครงการ และสิ่งประดิษฐ์ซึ่งเป็นผลงานของนักเรียนหรือไม่ ข้อค้นพบดังกล่าวจะเป็นแนวทางในการฝึกการคิดในวิชาเลือกเสรี กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะการฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนในอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรทั่วไป (General Population) ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เลือกเรียนวิชาเลือกเสรี ว 017 โครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต
2. ประชากรเป้าหมาย (Target Population) ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เลือกเรียนวิชาเลือกเสรี ว 017 โครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต ของโรงเรียนพระแม่มารีสาธูปประดิษฐ์
3. กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพระแม่มารีสาธูปประดิษฐ์ ที่เลือกเรียนวิชาเลือกเสรี ว 017 โครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 จำนวน 2 กลุ่ม ๆ ละ 24 คน ซึ่งสุ่มมาจากประชากรเป้าหมายด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) มาจำนวน 48 คน
4. การจัดกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทำโดยการใช้แบบทดสอบก่อนการทดลองเพื่อใช้ทดสอบกลุ่มตัวอย่าง แยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละเท่า ๆ กันดังนี้
 - กลุ่มควบคุม จำนวน 24 คน ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.
 - กลุ่มทดลอง จำนวน 24 คน ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ
5. ระยะเวลาของการศึกษาค้นคว้า ใช้เวลาภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 จำนวนกลุ่มละ 10 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 วัน วันละ 2 คาบต่อเนื่อง (คาบละประมาณ 50 นาที) รวม 20 คาบต่อกลุ่ม
6. ตัวแปรที่ศึกษา
 - 6.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีสอน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ
 - 6.1.1 การฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ

6.1.2 การสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

6.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แยกเป็น

6.2.1 ความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของโครงการซึ่งเป็นผลงานของนักเรียน

6.2.2 ความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ซึ่งเป็นผลงานของนักเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การคิดนอกกรอบ (Lateral Thinking) หมายถึง ความสามารถในการคิดเพื่อทำให้เกิดการสร้างแนวคิดที่นำมาใช้แก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย 2 ลักษณะ ได้แก่

1.1 การคิดออกไปจากกรอบที่ครอบงำอยู่และสร้างแนวคิด เป็นความสามารถที่จะคิดได้ว่าปัญหาที่ต้องการแก้มีกรอบอะไรบ้างที่ปิดกั้นไม่ให้เกิดการสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาย่างอื่น เมื่อทราบกรอบที่ปิดกั้นแล้ว ใช้การคิดที่แตกต่างไปจากกรอบสร้างแนวคิดอื่นมาใช้แก้ปัญหา

1.2 การคิดโดยใช้เทคนิคการคิดเพื่อสร้างแนวคิดขึ้นมาเป็นความสามารถที่จะใช้เทคนิคการคิด เพื่อสร้างแนวคิดมาใช้แก้ปัญหา

การคิดนอกกรอบทั้ง 2 แนวจะทำให้เกิดแนวคิดที่จะใช้ในการแก้ปัญหได้หลายแนวคิด

2. การคิดวิจรณ์ญาณ (Critical Thinking) หมายถึง การดำเนินงานหรือการจัดขั้นตอนในการคิดอย่างรอบคอบ มีลักษณะการคิดแบ่งออกเป็น 5 ด้านตามแนวคิดของ Watson and Glaser ดังนี้

1) การสรุปความ (Inference) เป็นการแสดงความคิดเห็นต่อเรื่องราวตามข้อมูลที่ปรากฏในข้อความที่กำหนดไว้ ซึ่งความคิดเห็นนั้นอาจเป็นจริง หรืออาจบอกไม่ได้ว่าเป็นจริง ในกรณีข้อมูลยังไม่เพียงพอ

2) การกำหนดข้อสันนิษฐาน (Recognition of Assumption) เป็นการคิดพิจารณาข้อความที่สมมติขึ้น หรือคาดการณ์ไว้ล่วงหน้า เพื่อรับรู้และตระหนักถึงข้อตกลงเบื้องต้น

3) การตีความ (Interpretation) เป็นการคิดอธิบายลักษณะของข้อมูลภายใต้เรื่องราวที่กำหนดไว้

4) การนิรนัย (Deduction) เป็นการคิดพิจารณาข้อความเกี่ยวกับเหตุและผลโดยคำนึงถึงข้อเท็จจริงที่เป็นสาเหตุ และอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุทั้งหมด เพื่อสรุปเป็นผลของข้อความนั้น

5) การประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Argument) เป็นการตีคุณค่าหรือประเมินคำตอบ หรือข้อสรุปของข้อความที่กำหนดเพื่อพิจารณาความสอดคล้องด้วยเหตุและผล

3. แบบฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ หมายถึง สื่อการเรียนการสอน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย สถานการณ์ แบบฝึกหัด การค้นคว้าหาคำตอบจากสถานการณ์โดยแบ่งแบบฝึกออกตามลักษณะของกิจกรรมไว้ดังนี้

1. แบบฝึกการสร้างสรรค์ทางเลือกและการตระหนักและมองเห็นปัญหา เป็นการฝึกให้นักเรียนค้นคว้าหาทางเลือกในการแก้ปัญหาให้มากที่สุด เพื่อนำไปสู่แนวคิดใหม่ แล้วฝึกกิจกรรมการตระหนักและมองเห็นปัญหาเพื่อตรวจสอบมุมมองใหม่นั้น

2. แบบฝึกการตรวจสอบสมมติฐานและการตั้งสมมติฐาน เป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักคลายความติดขัดกับสมมติฐานเปิดใจให้กว้างเพื่อให้พร้อมรับทางเลือกอื่น แล้วฝึกการตั้งสมมติฐานเพื่อตรวจสอบทางเลือกนั้น

3. แบบฝึกการประชุมระดมความคิดและการอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม เป็นการฝึกให้นักเรียนเกิดการกระตุ้นทางความคิดระหว่างบุคคลในที่ประชุมและให้มีการแสดงออกอย่างเต็มที่ มีอิสระไม่ว่าความคิดนั้นจะเป็นความคิดใหม่หรือเก่า ดีหรือไม่ดี จะต้องไม่มีการประเมินหรือวิจารณ์ แล้วจึงฝึกการอภิปรายในกลุ่มเพื่อตรวจสอบแนวคิด

4. แบบฝึกการหาจุดรับรู้แรกพื้นที่รับรู้และปฏิบัติการทดลอง เป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการเลือกจุดรับรู้แรกแล้วขยายครอบคลุมพื้นที่รับรู้ เพื่อสร้างมุมมองใหม่ แล้วจึงทำการทดลองเพื่อตรวจสอบแนวคิดใหม่นั้น

5. แบบฝึกการกระตุ้นสู่และการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ เป็นการฝึกให้นักเรียนเปิดกว้างพร้อมที่จะรับทุกสิ่งทุกอย่างอะไรก็ได้โดยไม่จงใจหรือตั้งใจ แล้วจึงฝึกการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์เพื่อตรวจสอบแนวความคิด

6. แบบฝึกการย่อความ การผันความ และการสรุปผลการเรียนรู้ เป็นการฝึกให้นักเรียนแยกแยะหาองค์ประกอบหรือสร้างส่วนแบ่งใหม่และดัดแปลงส่วนที่มีอยู่ให้ไปในทิศทางตรงกันข้าม แล้วจึงฝึกการสรุปผลการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบแนวคิด

4. การสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ หมายถึง การสอนที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ประกอบด้วย

การคิดระยะที่ 1 การคิดนอกกรอบ เพื่อสร้างแนวคิดใหม่

การคิดระยะที่ 2 การคิดในกรอบ (การคิดวิจารณ์ญาณ) เพื่อตรวจสอบแนวคิดใหม่นั้น มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมดังนี้

1. ขั้นตอนิปรายก่อนทำกิจกรรม

1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสำคัญของการคิดนอกกรอบและการคิด
วิจารณ์ญาณ

1.2 นักเรียนศึกษาเนื้อหาและสถานการณ์จากกิจกรรมการฝึกการคิดนอกกรอบ
ผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ

2. ขั้นตอนิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิด
วิจารณ์ญาณ

3. ขั้นตอนิปรายหลังการทำกิจกรรม

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลของการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสาน
ด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ เพื่อสรุปเป็นแนวคิดใหม่

3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการนำโครงการวิทยาศาสตร์

3.3 นักเรียนฝึกคิดและเขียนโครงการ

5. การสอนตามแนวการสอนของสสวท. หมายถึง การสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวการสอน
ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ในวิชา ว 017 โครงการ
วิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต มีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นตอนิปรายก่อนทำกิจกรรม

5.1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีปฏิบัติกิจกรรม

5.1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงข้อควรระวัง และข้อผิดพลาดที่จะเกิดขึ้น
จากการทำกิจกรรม

5.2 ขั้นตอนิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามวิธีการในแบบฝึกกิจกรรม

5.3 ขั้นตอนิปรายหลังการทำกิจกรรม

5.3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลของกิจกรรมเพื่อสรุปเป็นแนวคิด

5.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของการศึกษาค้นคว้าที่น่าไปใช้
ในโครงการวิทยาศาสตร์

6. ความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง คะแนนที่นักเรียนได้รับจากการประเมินคุณภาพของโครงการ และคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ โดยมีครูวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการคัดเลือกเป็นผู้ประเมินจำนวน 3 คน ซึ่งจะประเมินความสามารถจากโครงการและสิ่งประดิษฐ์ตามเกณฑ์ที่กำหนด กล่าวคือ

ในส่วนของโครงการมีเกณฑ์ที่ใช้ประเมิน 2 ข้อ ได้แก่

- 1) นภาพ หมายถึงความแปลกใหม่ในการกำหนดปัญหา
- 2) การเพาะความคิด หมายถึงอิทธิพลของความคิดที่ใช้ทำโครงการต่อกระบวนการแก้ปัญหา

ในส่วนของสิ่งประดิษฐ์มีเกณฑ์ที่ใช้ประเมิน 6 ข้อ ได้แก่

- 1) ความเหมาะสมในการแก้ปัญหา หมายถึง ผลผลิตที่สร้างขึ้นสามารถแก้ปัญหาได้เหมาะสมตามที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ในด้าน การนำไปใช้ การประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย
- 2) ความเพียงพอในการแก้ปัญหา หมายถึง ผลผลิตที่สร้างขึ้นสามารถแก้ปัญหาได้เพียงพอตามที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ในด้าน เวลา ค่าใช้จ่าย และลักษณะของผลผลิตที่ได้
- 3) ความสมเหตุสมผลตามศาสตร์ หมายถึง การใช้กระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผลตามระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์
- 4) การใช้ประโยชน์ หมายถึง ความสามารถในการนำเอาผลผลิตไปใช้ในทางปฏิบัติได้ตามวัตถุประสงค์
- 5) ความสมบูรณ์ของผลงาน หมายถึง ผลงานมีความสมบูรณ์ไม่ต้องแก้ไขปรับปรุงเพิ่มเติมรายละเอียดส่วนอื่น
- 6) การสื่อความหมายให้คนอื่นเข้าใจ หมายถึง ผลงาน กระบวนการผลิต สามารถที่จะอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหา

7. โครงการ หมายถึง เอกสารที่นักเรียนเขียนขึ้นเพื่อแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการจัดทำสิ่งประดิษฐ์ โดยเขียนขึ้นทันทีที่นักเรียนเรียนหลังจากการได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ เอกสารดังกล่าวประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

7.1 ชื่อโครงการ

7.2 ปัญหา

7.3 วัตถุประสงค์

7.4 กระบวนการสร้างผลงาน

7.5 การนำเอาไปใช้ตามวัตถุประสงค์

8. สิ่งประดิษฐ์ หมายถึง ชิ้นงานที่นักเรียนแต่ละคนประดิษฐ์ขึ้นจากโครงการใดโครงการหนึ่งที่นักเรียนคัดเลือกไว้ 1 โครงการ การทำสิ่งประดิษฐ์ทำในระหว่างเวลาเรียน โดยใช้เวลาไม่เกิน 3 ครั้งของโครงการวิจัย

9. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เลือกเรียนวิชาเสรี ๖ ๐๖7 โครงการงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต ของโรงเรียนพระแม่มาลีสาธูประดิษฐ์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย โดยเรียบเรียงตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า ได้แก่
 - 1.1 เอกสารเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
 - 1.2 เอกสารเกี่ยวกับการคิดนอกกรอบ
 - 1.3 เอกสารเกี่ยวกับการคิดวิจารณ์
 - 1.4 เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก
 - 1.5 เอกสารเกี่ยวกับความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
 - 1.6 เอกสารเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า ได้แก่
 - 2.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการคิดนอกกรอบ
 - 2.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการคิดวิจารณ์
 - 2.3 งานวิจัยเกี่ยวกับแบบฝึก
 - 2.4 งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
 - 2.5 งานวิจัยเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1.1 เอกสารเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

หลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั่วประเทศจัดทำขึ้นโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยประกาศใช้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2519 จนกระทั่งกระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงได้มีการปรับปรุงหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ขึ้น เพื่อให้การพัฒนาเยาวชนมีความสามารถและเกิดเจตคติในการแสวงหาความรู้ ความรักและความสนใจในเรื่องราวของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เฉพาะบุคคลได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2535 : 1) โดยยึดถือตาม

จุดประสงค์ดังนี้

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและอิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อมวลมนุษยและสภาพแวดล้อม
6. เพื่อให้สามารถนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและพัฒนาคุณภาพชีวิต

โดยเฉพาะจุดประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์ในข้อที่สามซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดโดยตรงสามารถให้ครูนำไปฝึกฝนนักเรียนให้คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตได้

นอกจากนั้นสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังได้มีการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์รายวิชาเลือกเสรีขึ้นด้วย เพื่อให้ให้นักเรียนได้เลือกเรียนตามความสนใจและความสามารถตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรไว้ดังนี้

วิชาเลือกเสรี

ว 011	ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์หลากหลาย	2 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1 หน่วยการเรียนรู้
ว 012	วิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหา	2 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1 หน่วยการเรียนรู้
ว 013	ของเล่นเชิงกลไกและไฟฟ้า	2 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1 หน่วยการเรียนรู้
ว 014	เริ่มต้นกับโครงงานวิทยาศาสตร์	2 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1 หน่วยการเรียนรู้
ว 015	พันธุกรรมกับการอยู่รอด	2 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1 หน่วยการเรียนรู้
ว 016	สนุกกับอิเล็กทรอนิกส์	2 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1 หน่วยการเรียนรู้
ว 017	โครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต	2 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1 หน่วยการเรียนรู้
ว 018	แสงและทัศนูปกรณ์	2 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1 หน่วยการเรียนรู้
ว 019	จับแสงอาทิตย์	2 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1 หน่วยการเรียนรู้

เงื่อนไขการเลือกวิชาเสรี

1. การเลือกวิชาเลือกเสรีไม่จำเป็นต้องเลือกเรียนตามลำดับรายวิชา
2. รายวิชา ว 015 ควรเลือกเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากที่เรียนรายวิชา ว 203

มาแล้ว

3. รายวิชา ว 016 ว 017 ว 018 และ ว 019 ควรเลือกเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นจะเน้นแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนมีใจใฝ่รู้อยู่เสมอ มีใจรักในวิชาวิทยาศาสตร์ จุดเน้นของรูปแบบกิจกรรมมีลักษณะที่เอื้ออำนวยให้นักเรียนมีโอกาสฝึกความคิดสร้างสรรค์และต้องใช้ความคิดของนักเรียน ซึ่งจะนำไปสู่การพึ่งพาตนเองได้

หลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

หลักการการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้อาจจะแบ่งออกได้เป็น 3 ชั้น ได้แก่

1) ชั้นสำรวจเพื่อหาข้อมูล (Exploration) 2) ชั้นการสร้างความรู้จากข้อมูล (Invention) 3) ชั้นการนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Discovery) ทั้ง 3 ชั้นนี้ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ค้นหาความรู้จะโดยทางตรงหรือทางอ้อมก็ตาม ถ้าครูบอกหมดอีกทำให้ดูหมดและสรุปเอาเอง การเรียนรู้ก็ไม่ใช่แบบสืบเสาะหาความรู้ ฉะนั้นหลักการใหญ่ของการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ก็คือนักเรียนเป็นผู้กระทำ ครูแนะนำช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น สมจิต สวธน์ไพบุลย์ (2535 : 139 - 142)

1. ชั้นการสำรวจข้อมูล (Exploration Phase)

การสำรวจข้อมูลเป็นการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะศึกษา เพื่อจะนำไปสร้างเป็นความคิดรวบยอดหรือแนวความคิดหลักต่อไป

ข้อมูลอาจจะหามาได้จาก 4 แหล่ง แหล่งแรกได้จากการสังเกตวัตถุจริงหรือปรากฏการณ์โดยตรง แหล่งที่สองได้จากการวัด แหล่งที่สามได้จากการทดลอง และแหล่งสุดท้ายได้จากการรวบรวมมาจากที่อื่น เช่น จากเอกสารหรือจากบุคคล การได้ข้อมูลมาจากแหล่งอื่นจะมีความจำเป็นมากถ้าการทดลองนั้นเป็นสิ่งที่เห็นผลยากหรือกินเวลานาน หรือสิ่งที่จะสังเกตนั้นอยู่ห่างไกล ครูอาจจะนำข้อมูลจากแหล่งอื่นมาให้นักเรียนตีความหมายและลงข้อสรุปได้เป็นการฝึกการคิด

การสำรวจข้อมูลเพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงนั้นครูจะต้องเป็นฝ่ายจัดสถานการณ์การเรียนรู้ให้เหมาะสมและจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ไว้ให้พร้อม เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนได้เล่นสัมผัส และต้องทดลอง จะได้เห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจริง ๆ ซึ่งจะทำให้ทราบข้อเท็จจริงปลีกย่อย และรายละเอียดต่าง ๆ สามารถที่จะนำไปใช้เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่ต่อไป

2. ชั้นการสร้างความรู้ใหม่ (Invention)

ภายหลังจากการสำรวจแล้ว นักเรียนจะได้ข้อมูลซึ่งเกี่ยวกับคุณลักษณะสมบัติการเปลี่ยนแปลงปริมาณ และรายละเอียดอื่น ๆ ข้อมูลที่ได้นี้อาจจะยังไม่มีมีความหมายอะไรมากนัก จะต้องนำไปคำนวณหรือจัดข้อมูลเสียก่อน จึงจะมีความหมายพอที่จะตีความและลงข้อสรุปต่อไปได้

ผลสรุปที่ได้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปโมเดลหรือหลักการ เช่น

— สสารมี 3 สถานะ ได้แก่ สถานะของแข็ง ของเหลว และก๊าซ

— ความร้อนเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ และเปลี่ยนในด้านขนาดสามารถนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้

1. การสร้างความรู้ที่เป็นมโนมติดังกล่าวนี้นี้ เมื่อนักเรียนสังเกตคุณสมบัติเฉพาะหรือลักษณะเฉพาะของสิ่งต่าง ๆ แล้ว นำมาอภิปรายหลังการทดลองจนเป็นที่ยอมรับของนักเรียนในชั้น แต่นักเรียนอาจจะเรียกชื่อไม่ถูก ในกรณีที่เป็นศัพท์เฉพาะ ครูควรบอกว่าสิ่งนั้นในทางวิทยาศาสตร์เรียกว่าอะไร เช่น ของแข็ง ของเหลว ก๊าซ พร้อมกับช่วยกันให้นิยามของมโนมติดังกล่าวนี้นี้ให้รัดกุมยิ่งขึ้น นิยามนี้ควรจะเขียนบนกระดานดำให้นักเรียนอ่านและพิจารณา จากนั้นควรหาตัวอย่างของจริงอื่น ๆ อีก 2-3 ตัวอย่างที่สอดคล้องกับมโนมติ นำมาอภิปรายร่วมกับนักเรียนว่าตัวอย่างนั้น ๆ มีคุณสมบัติอย่างเดียวกันกับมโนมติที่ได้ใหม่นี้หรือไม่ เช่น ขอบหน้าต่าง กระดานดำ แก้ว เป็นของแข็งหรือไม่ เพราะเหตุใด เมื่อนักเรียนเข้าใจดีแล้วก็หาตัวอย่างที่ไม่ใช่ของแข็งมาแสดงให้นักเรียนดูอีกสัก 1-2 ตัวอย่าง อภิปรายร่วมกันว่าไม่ใช่ของแข็งหรือไม่ เพราะเหตุใด ในที่สุดนักเรียนจะเข้าใจ และสร้างป้ามโนมติในเรื่องนั้น ๆ ดังนั้นย่อมถือได้ว่านักเรียนได้สร้างความรู้ใหม่แล้ว และเป็นการพบความรู้ขั้นต้น การให้ชื่อและบอกนิยามของศัพท์เฉพาะในลักษณะร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนนี้ย่อมไม่ใช่เป็นการสอนแบบบอกแน่ เพราะการบอกชื่อศัพท์เฉพาะของครูเป็นการบอกที่มาจากข้อมูลซึ่งนักเรียนได้มีประสบการณ์และร่วมกิจกรรมกับครู

2. การสร้างความรู้ที่เป็นหลักการนั้น และนักเรียนควรจะร่วมกันอภิปรายข้อมูลที่ได้มองหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม (ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล) จากกลุ่มมโนมติเดียวกันลงข้อสรุปเป็นหลักการ แล้วหาตัวอย่าง 2-3 ตัวอย่าง ที่สอดคล้องกับหลักการนั้นและอีก 2-3 ตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามหลักการนั้นมาอภิปรายให้เหตุผล เมื่อนักเรียนเข้าใจดี ก็ถือว่าได้มีการสร้างความรู้ใหม่

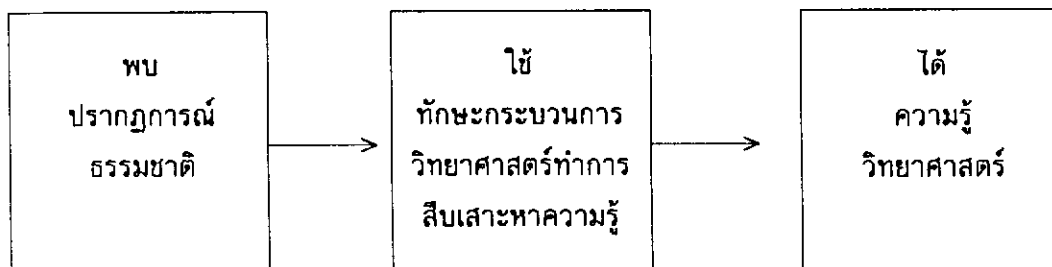
3. ขั้นการค้นพบความรู้ (Discovery)

ความรู้ที่ค้นพบในการสร้างความรู้ นั้น ความจริงจะถือว่าการค้นพบแล้วก็ได้ แต่ในการเรียนการสอนนั้น จะมั่นใจว่านักเรียนได้ค้นพบจริงก็ต่อเมื่อนักเรียนได้พิสูจน์ยืนยันความรู้ที่ตนได้ทดสอบนำความรู้ที่ตนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งไม่เหมือนกับที่เคยพบเห็นมาแล้วหรือสามารถนำความรู้ที่ตนไปใช้เป็นหลักฐานสำหรับเรียนเรื่องใหม่ได้ นำไปพยากรณ์ได้ เมื่อทำมาถึงขั้นนี้ก็แสดงว่าความรู้ที่ตนได้มีการทดสอบถึงความถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง และนักเรียนก็มีความมั่นใจ จึงถือว่าการค้นพบความจริง นักเรียนได้มีความรู้ความเข้าใจอย่างแท้จริง

การนำความรู้ไปใช้ครูต้องเป็นผู้จัดสถานการณ์อย่างใหม่ เพื่อจะดูว่านักเรียนนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์นั้นได้จริงหรือไม่ ในกรณีที่จะนำความรู้ที่ตนไปเป็นฐานหรือเชื่อมโยงกับเรื่องใหม่ก็ต้องรอไปจนถึงการเรียนเรื่องนั้น ๆ

ขั้นตอนทั้ง 3 นี้ เป็นแต่เพียงหลักการทั่วไปในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เท่านั้น ส่วนเทคนิคและวิธีการที่จะใช้ประกอบนั้นมีหลายอย่าง เช่น การใช้คำถาม การเสริมพลัง (Reinforcement) การติชม เป็นต้น

โมเดลทั่วไปในการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ (A General Model for Scientific Inquiry) สมจิต สวธน์ไพบูลย์ (2535 : 143)



เกิดปัญหา
ตั้งคำถาม
อะไร?
อย่างไร?
ทำไม?

การสังเกต
การวัด
การคำนวณ
การจำแนกประเภท
การหาความสัมพันธ์
ระหว่างสเปกกับเวลา

การจัดกระทำ
และสื่อความหมายข้อมูล
การตั้งสมมติฐาน
การลงความคิดเห็น
การพยากรณ์
การทดลอง
การควบคุมตัวแปร
การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
การตีความหมายและลงข้อสรุปข้อมูล

ข้อเท็จจริง
มโนมติ
หลักการ
กฎ
ทฤษฎี

กิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการเรียนการสอนแบบนี้ จำเป็นต้องอาศัยกิจกรรมต่อไปนี้ สมจิต สวธนไพบูลย์ (2535 : 143 - 144)

1. การทดลอง
2. การอภิปรายซักถามระหว่างครูกับนักเรียน

การทดลองเป็นกิจกรรมสำคัญอย่างหนึ่งของการเรียนการสอน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ต้องการให้นักเรียนค้นพบคำตอบและสรุปได้ด้วยตนเอง ตลอดจนสามารถมองเห็นปัญหาเมื่อผลการทดลองแตกต่างไปจากของผู้อื่น จะเห็นได้ว่าในระหว่างการทดลองนักเรียนได้ใช้ทักษะในการสังเกต การดำเนินการทดลอง การบันทึกข้อมูล การอภิปราย และการสรุป ซึ่งจะนำนักเรียนไปสู่แนวความคิดและหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียนนั้น ๆ แม้ว่าผลการทดลองของนักเรียนจะต่างไปจากของเพื่อน ๆ นักเรียนก็จะหาเหตุผลซึ่งได้จากการสังเกตอย่างละเอียดในระหว่างทำการทดลองนั้น

เองมาอธิบายได้ว่า เป็นเพราะเหตุใด การเรียนโดยวิธีนี้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถของตนเองในการสืบเสาะหาความรู้ นอกจากจะทำให้เกิดการเรียนรู้แล้ว ยังเกิดความเข้าใจและจำได้ดีกว่าการนั่งฟังครูพูด นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนที่ช่วยการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมสำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือ การอภิปรายซักถามระหว่างครูกับนักเรียน การที่จะดึงความสนใจของนักเรียนต่อการเรียนได้นั้น ครูจำเป็นต้องใช้คำถามเพื่อกระตุ้นหรือเร้าใจให้นักเรียนคิดสงสัย และสนใจอยากรู้คำตอบ การที่ไม่รู้คำตอบมาก่อนนี่เองเป็นทางหนึ่งที่จะทำให้นักเรียนอยากสืบเสาะหาคำตอบ ดังนั้นในการเรียนการสอนแบบนี้ ครูเป็นผู้นำอภิปรายโดยตั้งปัญหาเป็นลำดับแรก ลำดับต่อไปเป็นการอภิปรายก่อนการทดลอง นักเรียนทำการทดลอง และตอนที่สำคัญก็คือ การอภิปรายหลังการทดลอง

ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ลำดับขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre - Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อ กระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น คิด สงสัย หรือเป็นการแนะแนวทางในการทดลอง รวมถึงการออกแบบการทดลอง เพื่อทดลองสมมติฐานที่ตั้งไว้ตอบปัญหา
2. การให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง (Experimental Period) เป็นขั้นผู้เรียนจะลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนจะคอยควบคุม และให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้น สนับสนุน และเป็นที่ปรึกษาอยู่ด้วย นักเรียนจะเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การอภิปรายหลังการทดลอง (Post - Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะต้องใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลจากการทดลองที่รวบรวมไว้มาสรุปรเป็นความรู้ รวมทั้งอภิปรายถึงข้อผิดพลาด (Error) ของการทดลองที่อาจจะเป็นไปได้ด้วยคำถามต่าง ๆ ที่ผู้สอนใช้ตอนนี้นอกจากจะช่วยให้นักเรียนสรุปผลการทดลองได้แล้ว ยังจะช่วยให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น มีแนวคิดอย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น

วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีสอนอีกวิธีหนึ่งที่ได้รับการยอมรับในการสอนวิทยาศาสตร์กันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน เพราะการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เน้นเป็นการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการค้นคิดแก้ปัญหาให้แก่ผู้เรียน ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นพบสิ่งใหม่ ๆ การเรียนการสอนแบบนี้ครูไม่ใช่ผู้คอยรับความรู้จากครูฝ่ายเดียว แต่ต้องเป็นผู้รู้จักคิดค้นแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างมีระบบโดยใช้กระบวนการและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ บทบาทการสอนของครูในการสอนแบบนี้ครูเป็นผู้จัดบรรยากาศการเรียนการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักคิดอย่างมีระบบ โดยการใช้คำถามที่จะนำไปสู่การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการ ความสามารถเช่นนี้จะเกิดขึ้นได้นั้นจำเป็นต้องอาศัยกิจกรรมการอภิปรายซักถามระหว่างครูกับนักเรียนและการปฏิบัติการทดลองนำมาเป็นเครื่องมือที่จะให้ผู้เรียนได้

มีโอกาสสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด ผู้เรียนจึงต้องเรียนด้วยความเข้าใจ ไม่ใช่แบบท่องจำ จะเห็นได้ว่าการสอนแบบนี้จะไม่มุ่งเน้นเนื้อหาสาระแต่เพียงอย่างเดียว แต่มุ่งที่จะพัฒนาให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์พร้อมกัน

1.2 เอกสารเกี่ยวกับการคิดนอกกรอบ

ทฤษฎีการคิดนอกกรอบของดีโบนโน (De Bono's Lateral Thinking)

เอ็ดเวิร์ด ดีโบนโน (Edward De Bono) นักจิตวิทยากลุ่มปัญญานิยมที่มีชื่อเสียงเกี่ยวกับทฤษฎีการคิดได้เสนอว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถในการที่จะคิดนอกกรอบความคิดเดิมซึ่งปิดกัน (Block) แนวคิดอยู่ ก่อให้เกิดแนวคิดอย่างอื่น ๆ ที่ถือได้ว่าเป็นแนวคิดที่จะนำมาพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาที่ต้องการได้ (De Bono, 1982 : 10-13) การวัดความคิดสร้างสรรค์จะต้องวัดที่ผลผลิตของความคิดที่สามารถใช้แก้ปัญหาที่ต้องการได้ และการคิดเป็นสิ่งที่สามารถเรียนรู้ ผูกมัดและสอนกันได้เหมือนทักษะอื่น เช่น การเรียนบวกเลขเร็ว ทักษะกีฬา (De Bono, 1982 : 1-24) ดีโบนโนเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของโลกและความก้าวหน้าของศิลปวิทยาการด้านต่าง ๆ เป็นผลมาจากความคิดของคนซึ่งจำแนกเป็น 2 ชนิดคือ

1. **การคิดในกรอบ (Vertical Thinking)** เป็นการคิดเชิงตรรก (Logical Thinking) การคิดวิพากษ์วิจารณ์ (Critical Thinking) ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)

2. **การคิดนอกกรอบ (Lateral Thinking)** เป็นการคิดออกไปจากกรอบความคิดเดิมที่ครอบงำอยู่เกิดแนวคิดใหม่หลายอย่างขึ้น การคิดแบบนี้จะทำให้มนุษย์สามารถสร้างสรรค์สิ่งใหม่ต่าง ๆ ขึ้นมาได้ ในทัศนะของดีโบนโนบรรดานักวิทยาศาสตร์ นักประดิษฐ์ จิตรกร คีตกวี นักประพันธ์มีความสามารถในการคิดนอกกรอบแบบนี้จึงสามารถสร้างสรรค์ผลงาน (Product) ต่าง ๆ อาทิ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ภาพวาด บทเพลง วรรณกรรม เทคโนโลยีต่าง ๆ แต่ดีโบนโนเห็นว่า ยังไม่มีใครได้อธิบายกระบวนการคิดแบบนี้ไว้อย่างเป็นระบบ เป็นเหตุให้คนส่วนใหญ่มีความเห็นว่า ความสามารถในการที่จะสร้างสรรค์ผลงานในด้านต่าง ๆ เช่น ทางศิลป ดนตรี และวิทยาศาสตร์ เป็นลักษณะเฉพาะพิเศษของแต่ละบุคคลจึงมีการคิดคำอธิบายลักษณะเช่นนี้ในนามิทัศน์ของพรสวรรค์ (Gifted) อัจฉริยะ (Genius) เป็นต้น แต่การพยายามอธิบายความสามารถในการที่สร้างสรรค์ผลงานแนวนั้นนับว่าไม่ลุ่มีประโยชน์ในการพัฒนาศักยภาพ (Potentiality) ของมนุษย์เท่าใดนัก

จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับจิตวิทยาการคิดมาเป็นเวลานาน ดีโบนโนเสนอว่าทฤษฎีการคิดนอกกรอบ (Lateral Thinking) จะทำให้มนุษย์เกิดการสร้างแนวคิดได้มาก (Generating Ideas) และทำให้ได้แนวคิดแปลกใหม่ที่นำไปสร้างผลผลิตที่มีความคิดสร้างสรรค์ได้ ดีโบนโนไม่ถือว่ากระบวนการคิดทั้ง 2 ลักษณะแยกออกจากกันอย่างเด็ดขาด แต่การคิดทั้ง 2 ระบบมีการสนับสนุนซึ่งกันและกันในการที่จะนำความคิดไปสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ มีกระบวนการคิดเป็น 2 ระยะ (De Bono, 1984 : 5-8) คือ

การคิดระยะที่ 1 (First-stage Thinking) กระบวนการคิดนอกกรอบ (Lateral Thinking) เป็นการคิดให้เกิดแนวคิดในการพิจารณาปัญหา เพื่อจะได้กำหนดให้ชัดเจนว่าปัญหาที่แท้จริงคืออะไร (Define the Problem) และสามารถมองเห็นมโนทัศน์ สร้างแนวคิด (Generating Ideas) ที่จะใช้แก้ปัญหา

ส่วนการคิดระยะที่ 2 (Second-stage Thinking) กระบวนการคิดในกรอบ (Vertical Thinking) เมื่อใช้การคิดระยะที่ 1 แล้วจะเกิดการสร้างแนวคิด (Generating Ideas) ที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาการคิดระยะที่ 2 จะเป็นการทดสอบ (Testing Ideas) แนวคิดเหล่านั้นว่าแนวคิดใดเหมาะสมที่สุด แล้วพัฒนาให้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาที่ต้องการได้ การอธิบายความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการคิดของติโบโน คือ การใช้กระบวนการคิดระยะที่ 1 การคิดนอกกรอบเพื่อให้เกิดแนวคิด แล้วใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ทดสอบแนวคิดเหล่านั้น และพัฒนาแนวคิดให้สามารถสร้างผลผลิตที่ต้องการได้ แต่การที่คนส่วนใหญ่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์และไม่สามารถสร้างสิ่งประดิษฐ์ด้านต่าง ๆ เช่น สิ่งประดิษฐ์ทางด้านวิทยาศาสตร์ เป็นเพราะไม่ได้ใช้การคิดระยะที่ 1 เพื่อสร้างแนวคิด แต่ใช้การคิดในระยะที่ 2 การพัฒนาแนวคิดเลยจึงไม่มีการนำแนวคิดหลาย ๆ แนวทางมาทดสอบ แต่จะนำแนวคิดครอบงำ (Dominant Ideas) ที่มีอยู่แล้วมาใช้ ทำให้ความคิดถูกปิดกั้นอยู่ในกรอบความคิดเดิม โอกาสที่จะมีความคิดสร้างสรรค์จึงน้อยมาก ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือ ปัญหาการทำให้คนบินได้ ในช่วง พ.ศ. 2000-2300 มนุษย์ที่ต้องการจึงบินได้จะมีกรอบการคิดคือปีกที่กระพือไปมาแบบนก แนวคิดครอบงำคือ สร้างปีกแบบนก พวกเขาใช้การคิดระยะที่ 2 สร้าง คำนวณ ทดลอง แต่ก็ยังไม่สามารถบินได้ การคำนวณว่าทดลองสรุปเป็นข้อความรู้ว่า มนุษย์มีกล้ามเนื้อแขนและอกไม่แข็งแรงพอที่จะกระพือปีกเพื่อยกน้ำหนักตัวได้ จากการคำนวณพบว่าถ้าต้องการบินโดยวิธีนี้มนุษย์จะต้องมีเส้นรอบกล้ามเนื้ออกถึง 200 ซม. จึงจะแข็งแรงพอ

ดังนั้น การคิดระยะที่ 2 แต่เพียงอย่างเดียว ไม่สามารถสร้างสรรค์ได้ต้องใช้การคิดระยะที่ 1 สร้างแนวคิดขึ้นมาก่อน แล้วใช้การคิดระยะที่ 2 ทดสอบและพัฒนาแนวคิด ดังเช่น แนวคิดในยุคหลังการบินได้คือการลอยไปมาในอากาศได้เหมือนขนนกลอยในน้ำ พัฒนาแนวคิดนี้สร้างบอลลูน เรือเหาะ จนในที่สุดพบปัญหาที่ไม่สามารถแก้ได้ เช่น อันตรายจากก๊าซที่บรรจุติดไฟ บินช้า บินได้ไม่นาน จึงพัฒนาแนวคิดอันใหม่ การบินโดยวิธีที่หนักกว่าอากาศโดยมีสิ่งกำเนิดพลังงานพยุงให้ลอยและเคลื่อนที่ได้เหมือนเรือกลไฟที่หนักกว่าน้ำ แต่ออกแบบเรือให้น้ำมีแรงพยุงให้ลอยและมีเครื่องจักรไอน้ำให้พลังงานทำให้เรือเคลื่อนที่

จากการที่คนทั่วไปไม่สามารถสร้างแนวความคิดได้นั้น ติโบโนอธิบายว่าเป็นเพราะเขาถูกกรอบบางอย่างครอบงำ (Block) อยู่ กรอบที่ครอบงำอยู่สรุปได้ดังนี้ (De Bono, 1982)

1. การมีมโนทัศน์ (Concept) เดิม เป็นความคิด หรือการรับรู้ (Perception) ว่าสิ่งของบุคคล สภาพการณ์ที่พบเห็นอยู่นั้น มีมโนทัศน์เดิมอะไร มีหน้าที่อะไร ทำให้ไม่สามารถคิดได้ในลักษณะอื่นว่าสิ่งนั้นควรจะสามารถใช้ทำหน้าที่ในลักษณะอื่นได้หรือไม่ ตัวอย่างที่ติโบโนยกคือ ขณะที่เขาไปทำวิจัยในชนบทของประเทศเวเนซุเอลากับคณะ พวกเขาต้องการริดขุดซากลเพื่อใช้ในงานต้อนรับ แต่หมู่บ้านนี้ไม่มีเตารีดในห้องพักของพวกเขาก็มีแต่ห้องครัว เช่น กะทะ ติโบโนจึงใช้กะทะ

ตั้งไฟให้ร้อนแล้วเอาผ้าห่อเอากระทะที่ยังร้อนอยู่นั้นรัดเสื้อผ้า จากตัวอย่างนี้ ถ้าคนทั่วไปมีมโนทัศน์ว่ากระทะมีหน้าที่เป็นอุปกรณ์ใช้ปรุงอาหาร แล้วถูกครอบงำว่ากระทะจะต้องทำหน้าที่นี้เท่านั้นจึงทำให้ไม่เกิดการสร้างแนวคิดใหม่ในการแก้ปัญหา

2. การมีแนวคิดครอบงำ (Dominant Idea) เมื่อต้องการคิดสิ่งใหม่หรือคิดแก้ปัญหา โดยทั่วไปจะมีแนวคิดครอบงำในการแก้ปัญหานั้นอยู่แล้ว ทำให้คนทั่วไปถูกแนวคิดครอบงำนั้ชักจูงให้คิดหาทางแก้ปัญหาไปในทิศทางเดียวกันกับแนวคิดครอบงำ ข้อเปรียบเทียบที่เห็นได้ชัดเจนคือ ในการประชุมกลุ่มจะมีสมาชิกที่เด่นบางคน สามารถชักจูงใจให้กลุ่มมีแนวคิดเหมือนตัวเองทำให้ขาดการมองปัญหาในแง่มุมอื่น ๆ (De Bono. 1982 : 108-115) ตัวอย่างปัญหาการต้องการให้คนบินได้ ในสมัยกลาง แนวคิดครอบงำคือสร้างยานที่ลอยได้ ทำให้นักประดิษฐ์ยุคนั้นคิดประดิษฐ์สิ่งที่เบากว่าอากาศและลอยได้อย่างมีประสิทธิภาพในอากาศ ทำให้ในยุคนั้นยังไม่เกิดแนวคิดอื่น เช่น การสร้างเครื่องบินที่หนักกว่าอากาศ แต่มีเครื่องยนต์ให้พลังงานให้เกิดแรงลอยตัว และเคลื่อนที่ในยุคนั้นไม่ได้ กล่าวคือการประดิษฐ์ในยุคนั้นตกอยู่ภายใต้กรอบความคิดที่ต้องสร้างยานที่ลอยได้เป็นเวลานาน

3. การมีข้อตกลง (Assumption) เป็นการกำหนดขอบเขตของการแก้ปัญหาว่าแนวคิดที่จะแก้ปัญหาต้องอยู่ในขอบเขตทำให้คิดอยู่ในกรอบที่ไม่อาจสร้างแนวคิดแบบอื่น ๆ ได้ เช่น การถนอมอาหารประเภทกล้วย คนทั่วไปจะถนอมอาหารในรูป กล้วยตาก กล้วยเชื่อม กล้วยฉาบ ฯลฯ ซึ่งก็ยังถนอมไว้ในลักษณะเป็นกล้วยในรูปแบบเดิม เพราะเขามีข้อตกลงที่คิดเอาว่าการถนอมอาหารต้องเก็บไว้ในรูปเดิม เช่น เนื้อตากแห้ง เนื้อกระป๋อง ยังถนอมอยู่ในรูปเนื้อตากเดิม ผักเป็นผักดองที่อยู่ในรูปผักตามเดิม แต่ในการถนอมกล้วยใช้ของนักเรียนชั้น ม. 3 ที่ได้รางวัลการประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์คิดออกจากข้อตกลงว่า กล้วยใช้ถนอมไว้ในลักษณะอาหารที่แปรูปเป็นอย่างอื่น และสามารถเก็บไว้ใช้ประโยชน์ได้อีกในลักษณะอาหารที่ไม่ใช่ผลกล้วยโดยตรง จากแนวคิดนี้พวกเขาได้เอากล้วยใช้มาปั่นเป็นผงทำเป็นแป้งกล้วยใช้ ถนอมอาหารไว้ในรูปของแป้งซึ่งจะนำมาประกอบอาหารได้อีกหลายลักษณะ เช่น เค้กกล้วยใช้ ของหวานชนิดต่าง ๆ การจะสร้างแนวคิดใหม่ได้นั้นจึงต้องใช้การคิดนอกกรอบคิดให้ออกไปจากกรอบที่ครอบงำอยู่ เพื่อสร้างแนวคิดขึ้น (De Bono . 1982 : 47)

การสอนกระบวนการคิดนอกกรอบ

การสอนการคิดนอกกรอบเพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างแนวคิดขึ้นได้นั้น จะประกอบด้วยเทคนิคที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการคิดเพื่อให้ออกไปจากกรอบที่ครอบงำอยู่และสามารถเกิดแนวคิด

1.1 เทคนิคการหาแนวคิดครอบงำและองค์ประกอบที่สำคัญของปัญหา (Dominant Ideas and Crucial Factors) คือเมื่อมีปัญหามีแนวคิดครอบงำทำให้คิดแก้ปัญหาไปตามแนวคิดนี้ จึงไม่สามารถสร้างแนวคิดอื่นที่มีลักษณะเป็นความคิดริเริ่ม ความคิดแปลกใหม่ได้ ดังนั้นเมื่อต้องการแก้

ปัญหาจึงต้องใช้เทคนิคการคิดว่ากรอบรอบจำกัดอะไร และคิดให้แตกต่างออกไปจากแนวคิดกรอบจำกัด

1.2 เทคนิคการเลื่อนการตัดสิน (Suspended Judgement) คือเมื่อคิดแก้ปัญหาอาจมีแนวคิดบางอย่างที่ดูไม่สมเหตุสมผล ไม่น่าจะใช้ได้ ฟังดูตลก เมื่อได้แนวคิดแบบนี้แล้วอย่าเพิ่งตัดสิน โดยทันทีว่าแนวคิดนี้ใช้แก้ปัญหาไม่ได้ แต่ควร “ เลื่อน ” การตัดสินว่าแนวคิดนี้ใช้ประโยชน์ไม่ได้ไประยะหนึ่ง พยายามคิดทบทวนอีกครั้งว่าแนวคิดนี้มีส่วนดีอะไรที่น่าจะนำไปใช้เพื่อสร้างแนวคิดที่ดีกว่า สมเหตุสมผลกว่าได้อย่างไร

1.3 เทคนิคการทำทลายข้อตกลงเดิมที่มีอยู่

1.3.1 เทคนิคการทำทลายข้อตกลง (Challenging Assumptions) ข้อตกลงเป็นสิ่งที่จำกัดขอบเขตของแนวคิดที่จะใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้ไม่คิดไปในแนวทางอื่นจึงต้องคิดที่จะเปลี่ยนข้อตกลงไปในทางใหม่

1.3.2 เทคนิคการถาม “ ทำไม ” (The “ Why ” Technique) คือเมื่อมีปัญหาที่ต้องการจะแก้ไข ใช้การถาม “ ทำไม ” กับตัวเองหรือคนอื่น ถาม “ ทำไม ” ไปเรื่อย ๆ เพื่อให้สามารถทราบข้อตกลงและคิดเปลี่ยนข้อตกลงได้

2. การสร้างแนวคิดโดยใช้เทคนิคระดมความคิดเพื่อทำให้เกิดความคิด

2.1 การสอนการคิดแบบเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มชั้นเรียนที่มีรูปแบบกลุ่มไม่เป็นทางการ

2.1.1 การสร้างแนวคิดอื่น (The Generation of Alternative) คือเมื่อมีปัญหาต้องคิดเสมอว่าแนวคิดในการแก้ปัญหาไม่ได้มีเพียงแนวคิดเดียว ต้องพยายามคิดหาแนวคิดอื่นที่จะนำมาใช้เป็นแนวคิดในการแก้ปัญหา

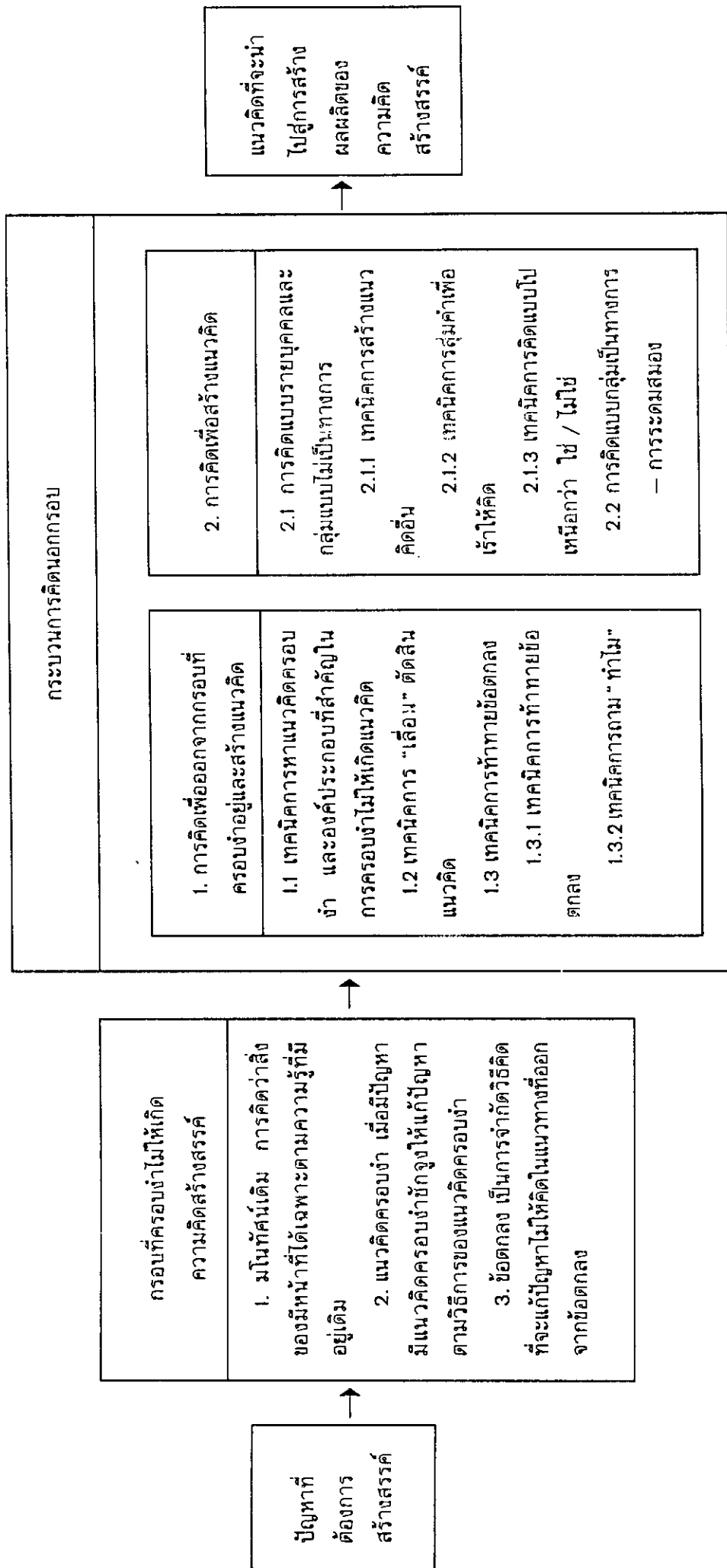
2.1.2 การสุ่มคำเพื่อเร้าให้คิดแนวคิด (Random Stimulation) คือการใช้การสุ่มคำจากพจนานุกรมมาเร้าให้คิดว่า คำที่สุ่มได้นั้นจะทำให้เกิดแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างไร

2.1.3 เทคนิคการคิดแบบโป : การคิดที่เหนือกว่าระบบใช่ / ไม่ใช่ (PO : Beyond Yes/No) คือ “ โป ” คิดว่าปัญหาทุกปัญหามีทางเป็นไปได้ที่จะแก้ปัญหา พยายามคิดเพื่อใช้แนวคิดที่มีอยู่แล้วเป็นสิ่งที่จะทำให้ได้แนวคิดอื่นที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

2.2 การคิดแบบกลุ่มเป็นทางการ

2.2.1 การระดมสมอง (Brainstroming) เป็นการสร้างแนวคิดจากการประชุมกลุ่มอย่างเป็นทางการเปิดโอกาสให้สมาชิกได้เสนอแนวคิดโดยไม่มีการประเมินแนวคิดในช่วงระดมสมอง หลังจากนั้นจึงรวบรวมแนวคิดที่ได้แล้วคัดเลือกเพื่อปรับปรุงเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป

จากที่กล่าวมาแล้วพอสรุปได้ว่า การคิดนอกกรอบเป็นวิธีหนึ่งที่จะนำมาใช้ในการฝึกคิดให้กับนักเรียน ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ได้ เพื่อเป็นการเสริมสร้างความสามารถเชิงสร้างสรรค์ให้กับนักเรียน ในการจัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์ การทำกิจกรรมต่าง ๆ อันจะเป็นผลทำให้ความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น โดยให้นักเรียนฝึกการคิดนอกกรอบ



ภาพประกอบ แสดงกระบวนการคิดนอกกรอบ

1.3 เอกสารเกี่ยวกับการคิดวิจารณ์

การคิดวิจารณ์ (Critical Thinking)

ความหมายของการคิดวิจารณ์

ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนอธิบายความหมายของการคิดวิจารณ์โดยใช้คำที่แตกต่างกัน เช่น การคิดวิจารณ์เป็นกิจกรรมที่มีความซับซ้อน การคิดวิจารณ์เป็นกิจกรรมทางสติปัญญา การคิดวิจารณ์เป็นการใช้เหตุผล และการคิดวิจารณ์เป็นการตัดสินใจ เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับข้อสังเกตของ ดีโบโน (De Bono. 1976 : 29 - 32) ที่ว่าผู้เชี่ยวชาญได้กำหนดคำนิยามของการคิดของการคิดวิจารณ์ในหลาย ๆ ลักษณะทุกคำนิยามล้วนมีความถูกต้อง แต่ไม่มีคำนิยามใดสามารถอธิบายความหมายของการคิดวิจารณ์ได้สมบูรณ์ที่สุด

เอ็นนิส (Ennis. 1962 : 83) ได้ให้คำนิยามครั้งแรกว่า “การคิดวิจารณ์เป็นการประเมินข้อความได้ถูกต้อง” ต่อมาได้ให้คำนิยามใหม่ว่า “การคิดวิจารณ์เป็นการคิดแบบตรรกะ และมีเหตุผล เพื่อการตัดสินใจก่อนที่จะเชื่อหรือก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ” (Ennis. 1985 : 45)

ดิวอี้ (Dewey. 1933 : 9) ได้อธิบายขอบเขตของการคิดวิจารณ์ว่ามีขอบเขตอยู่ระหว่าง 2 สถานการณ์ คือ การคิดจะเริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความฉงน และจบลงด้วยสถานการณ์ที่มีความซับซ้อน และได้อธิบายธรรมชาติของการคิดอย่างมีวิจารณ์ว่ามีจุดหมายปลายทางอยู่ที่ความเชื่อ ที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง หลักการหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ

การศึกษาความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณ์ทั้ง 2 ทฤษฎี พบว่า คล้ายกันที่จุดหมายปลายทางคือ เป็นการพิสูจน์ความเชื่อ ซึ่งพอจะสรุปได้ว่า การคิดวิจารณ์เป็นกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งที่เราจะเชื่อหรือสิ่งที่เราจะปฏิบัติ

รัสเซลล์ (Russell. 1965 : 281 - 282) ได้ให้ความหมายที่ต่างออกไปคือการคิดวิจารณ์เป็นการคิดเพื่อการแก้ปัญหาชนิดหนึ่ง โดยผู้คิดจะต้องใช้การพิจารณาตัดสินในเรื่องราวต่าง ๆ ว่า เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย การคิดวิจารณ์จึงเป็นกระบวนการประเมินหรือการจัดหมวดหมู่ โดยอาศัยเกณฑ์ที่เคยยอมรับกันมาแต่ก่อน ๆ แล้วสรุปหรือพิจารณาตัดสิน

เดรสเซล และเมย์ฮิว (Dressel and Mayhew. 1957 : 179 - 181) สรุปรายการที่ประกอบกันเป็นการคิดอย่างมีวิจารณ์ได้ 5 อย่าง ดังนี้

1. ความสามารถในการนิยามปัญหา
2. ความสามารถในการเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบของปัญหา
3. ความสามารถในการระบุข้อสันนิษฐาน
4. ความสามารถในการกำหนดและเลือกสมมติฐาน
5. ความสามารถในการลงสรุปและการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล

เดอคาโรลิ (Decaroli. 1973 : 67 - 68) ได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการคิดวิจารณ์ญาณหลายเรื่อง พบว่า การคิดวิจารณ์ญาณประกอบด้วยทักษะเฉพาะหลาย ๆ อย่างซึ่งงานวิจัยแต่ละเรื่องนิยามทักษะการคิดแตกต่างกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบกันพบว่า คล้ายกันในความหมาย จึงได้จัดกลุ่มทักษะซึ่งประกอบกันเป็นการคิดวิจารณ์ญาณเป็น 7 กลุ่มดังนี้

1. การนิยาม (Defining) ประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การทำความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของคำและข้อความ การทำความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายและการกำหนดเกณฑ์
2. การกำหนดสมมติฐาน (Hypothesizing) ประกอบด้วย การคิดถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผล การแสวงหาทางเลือก การระบุการคิดเชิงสมมติฐาน และการพยากรณ์
3. กระบวนการข้อมูล (Information Processing) ประกอบด้วย การระบุข้อมูลที่จำเป็น การเก็บรวบรวมข้อมูล การเลือกข้อมูล การแสวงหาหลักฐานและการจัดระบบระเบียบข้อมูล
4. การตีความและการสรุปอ้างอิง (Interperiting and Generalizing) ประกอบด้วย การตีความข้อเท็จจริง การเปรียบเทียบการแสดงให้เห็นความแตกต่าง การสรุปอ้างอิงจากหลักฐาน และการระบุความมีอคติ
5. การใช้เหตุผล (Reasoning) ประกอบด้วย การตระหนักถึงข้อผิดพลาดในเชิงตรรกศาสตร์ การพิจารณาตัดสินความคิดเห็น (ทั้งของตนเองและของผู้อื่น) การสรุปโดยใช้หลักการตรรกศาสตร์ การระบุถึงข้อสันนิษฐานที่ไม่ได้กำหนดไว้อย่างชัดเจน การสนับสนุนข้อสรุป การระบุเหตุและผล และการระบุความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์
6. การประเมิน (Evaluation) ประกอบด้วย การประเมินโดยอาศัยเกณฑ์ การจัดอันดับข้อความเรื่องราวและความคิด การกำหนดความสมเหตุสมผลของการอ้างเหตุผล การจำแนกระหว่างข้อเท็จจริงออกจากความคิดเห็น การตัดสินว่าข้อความเป็นจริงหรือเท็จ การตัดสินความเชื่อถือได้ของข้อมูลและการประเมินข้อสรุป
7. การประยุกต์ (Applying) ประกอบด้วย การทดสอบข้อสรุปและการคิดหาเหตุผลเชิงอนุมาน การประยุกต์การสรุปอ้างอิง และการนำการพิจารณาตัดสินไปสู่การปฏิบัติจริง

เควล์มอลซ์ (Quellmalz. 1985 : 29 - 32) ได้สรุปความคล้ายคลึงกันของทักษะการคิดวิจารณ์ญาณระหว่างทฤษฎีของนักจิตวิทยากับทฤษฎีของนักปรัชญาใน 4 ขั้นตอนย่อยของกระบวนการคิดดังนี้

1. ขั้นการนิยามปัญหา ตามทฤษฎีของนักจิตวิทยาเป็นการค้นหาคำประกอบที่สำคัญของปัญหา ตรงกับขั้นการทำความกระจ่างตามทฤษฎีของนักปรัชญา ซึ่งประกอบด้วย การกำหนดคำถาม การวิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาและการนิยามคำ
2. ขั้นการระบุข้อมูล เนื้อหา และกระบวนการที่จำเป็นในการแก้ปัญหา ตามทฤษฎีของนักจิตวิทยา ตรงกับขั้นการตัดสินความเชื่อถือได้ของข้อมูลที่นำมาสนับสนุน แหล่งข้อมูลตลอดจนข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ตามทฤษฎีของนักปรัชญา

3. ขั้นการนำข้อมูลมาใช้ประกอบเพื่อการแก้ปัญหาตามทฤษฎีทางจิตวิทยา ตรงกับขั้นการคิดหาเหตุผล ตามทฤษฎีของนักปรัชญา ซึ่งประกอบด้วยการคิดหาเหตุผลเชิงอนุมานและการคิดหาเหตุผลเชิงอุปมาน

4. ขั้นประเมินความสำเร็จของคำตอบ ตามทฤษฎีของนักจิตวิทยา ตรงกับขั้นการใช้เกณฑ์ในการตัดสินความเพียงพอของคำตอบ ตามทฤษฎีของนักปรัชญา

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดวิจารณ์ญาณ

วิไลวรรณ ปิยะปกรณ์ (วิไลวรรณ ปิยะปกรณ์. 2535 : 6 - 8) ได้ให้ความหมาย กระบวนการคิดวิจารณ์ญาณว่า หมายถึง การดำเนินการหรือการจัดขั้นตอนในการคิดอย่างรอบคอบ มีลักษณะการคิดจำแนกได้ 5 ด้านตามแนวคิดของ Watson and Giaser ดังนี้

1. การสรุปความ (Inference) เป็นการแสดงความคิดเห็นต่อเรื่องราวตามข้อมูลที่ปรากฏ ในข้อความที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งความคิดเห็นนั้นอาจเป็นจริงหรืออาจบอกไม่ได้ว่าเป็นจริงในกรณีข้อมูล ยังไม่เพียงพอ

2. การกำหนดข้อสันนิษฐาน (Recognition of Assumption) เป็นการคิดข้อความที่สมมติ ขึ้นหรือคาดการณ์ไว้ล่วงหน้า เพื่อรับรู้และตระหนักถึงข้อตกลงเบื้องต้น

3. การตีความ (Interpretation) เป็นการคิดอธิบายลักษณะของข้อมูลภายใต้เรื่องราวที่กำหนดไว้

4. การนิรนัย (Deduction) เป็นการคิดพิจารณาข้อความเกี่ยวกับเหตุและผลโดยคำนึงถึง ข้อเท็จจริงที่เป็นสาเหตุ และอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุทั้งหมดเพื่อสรุปเป็นผลของข้อความนั้น

5. การประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Argument) เป็นการตีคุณค่าหรือประเมินคำตอบ หรือข้อสรุปของข้อความที่กำหนดเพื่อพิจารณาความสอดคล้องด้วยเหตุและผล

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดวิจารณ์ญาณ หมายถึง การจัดกระบวนการเรียนการสอนที่ใช้เนื้อหาวิชาเป็นสื่อกลาง ประกอบด้วย กิจกรรมการคิดวิจารณ์ญาณ การอภิปราย การตอบคำถาม การทดลอง และการสรุปผลอันเป็นกระบวนการที่ทำให้ผู้เรียนได้ทั้ง ความรู้และในส่วนที่เป็นข้อเท็จจริง ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมดังนี้

1. ขั้นตระหนักและมองเห็นปัญหา

1.1 นักเรียนศึกษาเรื่อง การจำแนกสารรอบตัวจากการ์ตูนสถานการณ์ ให้นักเรียน วิเคราะห์หาปัญหา ข้อสรุปของปัญหา และแสดงความคิดเห็นต่อปัญหาจากเรื่องราวในการ์ตูน สถานการณ์

1.2 นักเรียนตั้งสมมติฐานการทดลองจากปัญหาในการ์ตูนสถานการณ์

1.3 นักเรียนศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากเอกสารที่กำหนดให้ เพื่อให้นักเรียนมองเห็นตัวแปรของปัญหาได้ง่ายขึ้น

2. ขั้นการตั้งสมมติฐาน

2.1 นักเรียนตั้งสมมติฐานการทดลอง การแยกสารเนื้อผสม โดยครูกำหนดสารและอุปกรณ์ต่าง ๆ มาให้

2.2 นักเรียนอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อหารูปแบบการทดลองหรือขั้นตอนการทดลอง

3. ขั้นปฏิบัติการทดลอง

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมการทดลองหัวข้อ การแยกสารเนื้อผสมตามขั้นตอนที่ได้วางไว้ นักเรียนคิดหารูปแบบบันทึกผลการทดลอง และบันทึกผลการทดลอง

3.2 ให้นักเรียนคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ จากข้อความที่กำหนดให้

3.3 นักเรียนตรวจสอบผลการทดลอง เพื่อยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐาน

4. ขั้นสรุปผลการเรียนรู้

4.1 ครูและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับการนำความรู้จากการศึกษาและการทดลองมาสรุปเป็นความรู้ใหม่

4.2 นักเรียนตอบคำถามจากข้อความที่ครูกำหนดให้ เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

จากการศึกษาความหมายและทักษะการคิดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาระบวนการคิดวิจารณ์ญาณ พบว่าเป็นลักษณะของการคิดอย่างมีเหตุผลสามารถทำให้นักเรียนเกิดความรู้และตรวจสอบข้อเท็จจริงได้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณมาใช้เป็นการตรวจสอบการคิดนอกกรอบที่นักเรียนได้คิดขึ้น โดยการฝึกในการคิดระยะที่ 2

1.4 เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก

การฝึกเป็นกิจกรรมที่มีประโยชน์ในการเรียนการสอน ขาญชัย ลวิตรังสีมา และเชิดวิทย์ ฤทธิประศาสน์ (2523 : 114) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกว่า เป็นการจัดสภาพการณ์เพื่อให้ผู้ฝึกเปลี่ยนพฤติกรรมจนสามารถปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการสร้างแบบฝึกต้องคำนึงถึงหลักการสร้าง จิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก ลักษณะของแบบฝึกที่ดี ประโยชน์ของแบบฝึก หลักการนำไปใช้ ฯลฯ

หลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก

ฮาร์เรส (Haress. n.d. : 93-94) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกไว้ว่าจะต้องใช้ภาษาที่เหมาะสมกับนักเรียนและสร้างโดยใช้หลักจิตวิทยาในการแก้และตอบสนองดังนี้

1. ใช้แบบฝึกหลาย ๆ ชนิด เพื่อเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ
2. แบบฝึกที่จัดขึ้นนั้นต้องให้นักเรียนสามารถแยกออกมาพิจารณาได้ว่าแต่ละแบบแต่ละข้อต้องการให้ทำอะไร
3. ให้นักเรียนได้ฝึกการตอบแบบฝึกหัดแต่ละชนิด แต่ละรูปแบบว่ามีวิธีการตอบอย่างไร
4. ให้นักเรียนได้มีโอกาสตอบสนองสิ่งเร้าดังกล่าวด้วยการแสดงออกทางความสามารถ และความเข้าใจลงในแบบฝึกหัด
5. ให้นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนรู้จากการเรียนมาตอบในแบบฝึกให้ตรงเป้าหมายที่สุด

สุจิต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรรณ (2523 : 52 - 62) กล่าวถึงการสร้างแบบฝึกไว้ว่า ต้องยึดหลักทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยาดังนี้

1. กฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึก (Law of Exercise) ซึ่งกล่าวว่า สิ่งใดที่มีการฝึก มีความคล่องตัวและสามารถทำได้ดี ในทางตรงกันข้ามสิ่งใดก็ตามที่ได้รับการฝึก หรือทอดทิ้งไปนานแล้ว ย่อมจะทำได้ไม่ดี
2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล ควรคำนึงว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ความถนัดและความสนใจแตกต่างกัน ฉะนั้นในการสร้างแบบฝึกจึงควรพิจารณาถึงความเหมาะสม คือ ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไปและควรมีหลาย ๆ แบบ
3. การจูงใจผู้เรียนโดยการจัดแบบฝึกจากง่ายไปหายาก เพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน ซึ่งจะทำให้เกิดผลสำเร็จในการฝึกแล้วช่วยยั่วยุให้อยากฝึกต่อไป
4. ใช้แบบฝึกสั้น ๆ เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย

นิตยา ปานทิพย์ (2527 : 26 - 27) กล่าวว่าในการสร้างแบบฝึกต้องอาศัยหลักสำคัญตามทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา ประกอบด้วย

1. ความใกล้ชิด (Contiguition) การใช้สิ่งเร้าและการตอบสนองที่เกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกัน จะสร้างความพอใจให้กับผู้เรียน
2. แบบฝึกหัด (Practice) คือการให้ผู้เรียนได้กระทำกิจกรรมที่ซ้ำ ๆ เพื่อช่วยในการสร้างความแม่นยำ
3. กฎแห่งผล (Law of Effect) คือการให้ผู้เรียนได้ทราบผลการทำงานของตนโดยรวดเร็ว ซึ่งนอกจากจะทำให้ผู้เรียนได้ทราบว่าการกระทำของตนเป็นอย่างไรแล้ว ยังเป็นการสร้างความพอใจให้กับผู้เรียนอีกด้วย
4. แรงจูงใจ (Motivation) ได้แก่การเรียงแบบฝึกจากง่ายไปหายากและจากแบบฝึกที่สั้นไปสู่แบบฝึกที่ยาวขึ้น ทั้งนี้เนื้อเรื่องที่จะนำมาสร้างแบบฝึกหัดควรมีหลายรสนหลายรูปแบบตลอดจนมีภาพประกอบเรื่อง เพื่อเร้าความสนใจของนักเรียนมากขึ้น

หลักในการสร้างแบบฝึก

นอกจากหลักจิตวิทยาที่ต้องคำนึงในการสร้างแบบฝึกแล้ว ได้มีการเสนอหลักในการสร้างแบบฝึกเพิ่มเติมดังนี้

บัทท์ส (Butts. 1974 : 85) เสนอหลักการสร้างแบบฝึกไว้ ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างแบบฝึกจะต้องกำหนดโครงร่างไว้คร่าว ๆ ก่อนว่าจะเขียนแบบฝึกเกี่ยวกับเรื่องอะไร มีวัตถุประสงค์อย่างไร

2. ศึกษางานด้านวิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ

3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาให้สอดคล้องกัน

4. แจกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อยโดยคำนึงถึงความเหมาะสมของ

ผู้เรียน

5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละตอนให้เหมาะสมกับแบบฝึก

6. กำหนดเวลาที่ใช้ในแบบฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม

7. ประเมินผลจะประเมินก่อนหรือหลังเรียน

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา (2529 : 149-151) ได้เสนอหลักในการสร้างแบบฝึกหัดเรียนด้วยตนเอง ดังนี้

1. ให้บทเรียนมีหลัก คือ

1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้แล้วจัดเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

1.2 เนื้อหาต้องเหมาะสมกับวัยและความสามารถของเด็ก

2. ให้แบบฝึกมีหลัก คือ

2.1 แบบฝึกนี้ต้องเกี่ยวกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว

2.2 มีคำชี้แจงง่าย ๆ และสั้น ๆ เพื่อให้เด็กเข้าใจ

2.3 เรียงให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนของความยากง่าย เพื่อให้เด็กมีกำลังใจทำ

2.4 แบบฝึกหัดน่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ

2.5 ต้องมีความถูกต้อง ครูจะต้องตรวจพิจารณาดูให้ดีด้วย อย่าให้มีข้อผิดพลาดได้

2.6 เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกัน แบบฝึกหัดที่กำหนดให้นักเรียน เก่ง ปานกลาง อ่อน นั้น ควรมีความยากง่ายต่างกัน แบบฝึกหัดมีให้มากพอที่เด็กที่มีความสามารถจะทำ ได้มากพอกับความต้องการ

ลักษณะแบบฝึกที่ดี

ในการสร้างแบบฝึกสำหรับเด็กมีองค์ประกอบหลายประการ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแบบฝึกที่ดีไว้ ดังนี้

ริเวอร์ (River, 1968 : 97-105) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกไว้ ดังนี้

1. ต้องมีการฝึกนักเรียนมากพอควรในเรื่องหนึ่ง ๆ ก่อนที่จะมีการฝึกเรื่องอื่น ๆ ต่อไป ทั้งนี้ ทำขึ้นเพื่อการสอนมิใช่ทำขึ้นเพื่อทดสอบ

2. แต่ละบทฝึก ควรใช้แบบประโยชน์เพียงหนึ่งแบบเท่านั้น
3. ฝึกโครงสร้างใหม่กับสิ่งที่เรียนรู้แล้ว
4. ประโยคและคำศัพท์ควรเป็นแบบที่ใช้พูดกันในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จักดีแล้ว
5. เป็นแบบฝึกที่นักเรียนใช้ความคิดด้วย
6. แบบฝึกควรมีหลาย ๆ แบบ เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย
7. ควรฝึกให้นักเรียนสามารถใช้สิ่งที่เรียนไปแล้วไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

นิตยา ฤทธิโยธี (2520 : 1) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดีไว้ดังนี้

1. เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว
2. เหมาะสมกับวัย ระดับ หรือความสามารถของเด็ก
3. มีคำชี้แจงสั้น ๆ ที่ทำให้เด็กเข้าใจวิธีทำได้ง่าย
4. ใช้เวลาเหมาะสม คือ ไม่ใช่เวลานานหรือเร็วเกินไป
5. เป็นสิ่งที่น่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ

หลักในการนำแบบฝึกไปใช้ในการเรียนการสอน

บัทส์ (Butts, 1974 : 2) ได้เสนอแนะหลักในการนำแบบฝึกไปใช้ในการเรียนการสอน ดังนี้

1. อ่านและศึกษาวัตถุประสงค์ให้เข้าใจก่อน
2. ลองทำกิจกรรมในแบบฝึกดูว่าทำได้หรือไม่
3. พิจารณาเนื้อหาและกิจกรรมของแบบฝึกว่าสอดคล้องกันหรือไม่
4. พิจารณาวัตถุประสงค์ของแบบฝึกและกิจกรรมการเรียนการสอนว่าสอดคล้องกันหรือไม่
5. แบบฝึกนั้นเหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่
6. เตรียมอุปกรณ์ที่จะใช้ในแบบฝึกให้เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรม
7. พิจารณาเวลาที่ใช้ในแบบฝึกว่าเหมาะสมหรือไม่

8. อภิปรายร่วมกันกับนักเรียนหลังจากที่นักเรียนได้ทำแบบฝึกแล้ว เพื่อศึกษาถึงปฏิกิริยาตอบสนองของนักเรียนว่าเข้าใจหรือไม่

นอกจากนี้ เอ็ดเวิร์ดและเบอร์นิส (Edward and Bernice. 1984 : 53) ได้เสนอการฝึกด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) โดยนำเอาส่วนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งสมมติฐานมาฝึก โดยเฉพาะ ซึ่งมีขั้นตอนพอสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดสถานการณ์ที่ได้จากการสังเกต
2. ให้นักเรียนเขียนปัญหาโดยอยู่ในรูปของประโยคคำถาม
3. ให้นักเรียนหาเหตุผลที่เป็นไปได้จากปัญหาที่ตั้งไว้
4. นำเอาเหตุผลที่เป็นไปได้มาเขียนเป็นสมมติฐาน โดยให้อยู่ในรูปของข้อความ "ถ้า.....ดังนั้น....." และสมมติฐานที่ตั้งขึ้นมานั้นต้องสามารถตรวจสอบได้ โดยการวัดการสังเกต หรือการทดลองอย่างใดอย่างหนึ่ง

จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึกสรุปได้ว่า แบบฝึกเป็นเครื่องมือที่ดีสำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากแบบฝึกที่สร้างขึ้นตามหลักการจะช่วยให้นักเรียนสามารถได้รับทั้งความรู้และความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กันไป ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบฝึกการคิดนอกกรอบ ผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. เขียนโครงร่างของแบบฝึก
2. กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบฝึก
3. กำหนดกิจกรรมของแบบฝึก

ในแต่ละกิจกรรมจะประกอบไปด้วยส่วนที่ให้ความรู้ ตัวอย่าง แบบฝึกหัด และการสร้างสถานการณ์

1.5 เอกสารที่เกี่ยวกับความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความหมายครอบคลุมเกี่ยวกับความสามารถทางสมอง ผลผลิตที่แปลกใหม่ และกระบวนการแก้ปัญหาที่คล้ายคลึงกับความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป ซึ่ง พินซ์และซันด์ (สปรีย์สา ลำเจียก. 2522 : 18 ; อ้างอิงมาจาก Piltz and Sund) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีความหมายใกล้เคียงกับความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป แต่จะแตกต่างกันในข้อปลีกย่อยที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นการค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา โดยบุคคลผู้นั้นจะต้องทราบถึงหลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Process of Science) ซึ่งประกอบด้วยทักษะในการสังเกต การตั้งปัญหา รวมทั้งค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา

การรวบรวมความรู้เพื่อดำเนินการทดลอง อีกทั้งความพยายามในการทดลองหลาย ๆ ครั้ง ไม่ว่าผลที่ปรากฏออกมาจะต้องล้มเหลวหรือไม่ก็ตาม นอกจากนี้ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะเน้นถึงผลผลิตที่มีคุณค่า ซึ่งมีส่วนผลักดันให้โลกเจริญไปข้างหน้าอย่างไม่หยุดยั้ง

อนันต์ จันทรกี (2525 : 3-10) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นความสามารถในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ สามารถค้นคว้า ทดลอง และแสวงหาคำตอบหลาย ๆ วิธี ซึ่งคุณลักษณะนี้ได้จากการสังเกตพฤติกรรม ตรวจตรารายงาน หรือโครงการทางวิทยาศาสตร์ และ/หรือคะแนนจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ทักษิณี บุญเดิม (2526 : 3) ได้นิยามความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง การแสดงความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคล่องในการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

อาจสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดและการกระทำในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ อันก่อให้เกิดผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ ทั้งส่วนที่เป็นนามธรรมและรูปธรรม โดยเน้นถึงประโยชน์และคุณค่าในทางสร้างสรรค์ต่อสังคม และส่งผลผลักดันให้โลกเจริญไปข้างหน้ายิ่ง ๆ ขึ้นไป

เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าในชีวิตประจำวันของเรานั้นจะพบปัญหาใหม่ ๆ อยู่ตลอดเวลา เราจะต้องหาทางแก้ปัญหาที่นั้นอยู่เสมอ การแก้ปัญหานั้นเราจะต้องเป็นผู้คิดเป็นและคิดเก่ง คำว่า คิดเป็น (Ability to Think) นี้ คือ รู้จักใช้ความคิดและวิจารณ์ญาณ มองให้เห็นประเด็นของปัญหาและหาช่องทางแก้ไขให้ได้

เอกสารเกี่ยวกับการวัดความคิดสร้างสรรค์โดยการวัดจากผลงาน

แนวคิดในการวัดความคิดสร้างสรรค์โดยตัดสินจากคุณภาพของผลงานที่สร้างออกมาได้มี นักจิตวิทยาพยายามทำบ้างแล้ว แต่พบว่ามีปัญหาในการสร้างเกณฑ์ ชาฟิโร (Shapiro, quoted in Freeman, Butcher, Christic. 1971 : 117) ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยตัดสินจากผลงานที่ได้รับการยอมรับ เช่น บทความในวารสาร หรือบทความจากสำนักพิมพ์ต่าง ๆ การจดทะเบียนลิขสิทธิ์สิ่งประดิษฐ์ ซึ่งดูเหมือนจะเป็นการง่ายที่จะกำหนดความสำคัญของผลงานแต่ละประเภท แต่เกณฑ์เหล่านี้มีความแตกต่างกันทางด้านคุณภาพของวารสารแต่ละสำนักพิมพ์ อีกทั้งนักวิทยาศาสตร์บางคนก็ไม่สนใจที่จะจดทะเบียนลิขสิทธิ์ผลงานของตน แฮมมิล (Hamill 1982 : 730A) เห็นว่า ยังไม่มีเกณฑ์ในการประเมิน “ผลผลิตที่แสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ของผู้สร้าง” ที่เป็นมาตรฐาน แม้ว่านักจิตวิทยาส่วนใหญ่มีความเห็นตรงกันว่าควรตัดสินจากเกณฑ์ความใหม่ (Newness) และใช้ประโยชน์ (Useful) แต่ก็ยังมีปัญหาว่าควรจะใช้เกณฑ์ทางสังคมหรือตัวผู้สร้างเองตัดสิน ถ้าใช้เกณฑ์ทางสังคม งานของนิวตัน ไอสไตน์ ปีกัสโซ ก็อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่ถ้าวัดความคิดสร้างสรรค์ในนักเรียนชั้นประถม สมมติว่านักเรียนชั้นประถมสามารถคิดสูตรการจัดประเภท (Combination) ได้ เหมือนนักสถิติที่มีชื่อเสียงในวัยเด็กเช่นกัน ถ้าพิจารณาจากเกณฑ์ความใหม่ งานของเด็กคนนี้ไม่มี

ความใหม่เลย เพราะมีคนคิดมาก่อนแล้ว แต่เมื่อเทียบกับเด็กวัยเดียวกัน เขามีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ามาก ดังนั้น ในทัศนะของแฮมมิล และนักจิตวิทยาส่วนใหญ่เห็นว่าควรพิจารณาความคิดสร้างสรรค์จากความสามารถของเขาเมื่อเทียบกับคนอื่นที่มีวัย ความรู้ และประสบการณ์ใกล้เคียงกัน

ยัง (Young, 1970 : 77-87) ได้พยายามเสนอเกณฑ์ในการประเมินผลงานโดยจำแนกว่าจะต้องมีลักษณะแปลกใหม่ (Newness) และมีคุณค่า (Value Serve) จำแนกเป็นลักษณะย่อยดังนี้ ใหม่ในฐานะเป็นต้นคิด (New as Original) ใหม่จากกลุ่มอ้างอิง (New as Statistically in Frequency) ใหม่ในลักษณะที่แตกต่างจากแนวทางทั่วไป (New as a Change from the Regular Way) ใหม่ในฐานะสร้างขึ้นใหม่ (New as Renovated)

ส่วนคุณค่าประเมินจาก 2 ลักษณะ คือ คุณค่าต่อผู้สร้าง (Value to The Creator) และคุณค่าต่อคนอื่น (Value to Others) แม้ว่า ยัง (Young) จะได้เสนอเกณฑ์ในการประเมินขึ้นมา แต่ก็ยังเป็นเกณฑ์ของเขาเอง ไม่ได้สังเคราะห์มาจากงานวิจัยอื่น ๆ จึงเกิดปัญหว่านักจิตวิทยาคนอื่นจะยอมรับเกณฑ์นี้หรือไม่ และเกณฑ์นี้มีความครอบคลุมหรือไม่ นอกจากนี้เกณฑ์ไม่ชัดเจนเพียงพอที่จะสร้างมาตรฐานประเมินที่จะนำไปใช้ในการทำวิจัยได้

จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1981 เบสเมอร์และเทรฟฟิงเจอร์ (Besemer and Treffinger, 1981 : 158-178) ได้เสนอทฤษฎีการวัดความคิดสร้างสรรค์โดยการประเมินผลงานขึ้น ชื่อ เมตริกการวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์จากผลงาน (The Creative Product Analysis Matrix or CPAM) โดยได้สรุปรวบรวมจากทฤษฎี บทความ และงานวิจัยที่กล่าวถึงเกณฑ์ในการประเมินความคิดสร้างสรรค์จากผลงานมากกว่า 90 ชิ้น ซึ่งมีเกณฑ์ในการประเมินถึง 125 เกณฑ์ เอามาสังเคราะห์เป็นเกณฑ์ที่จะใช้ประเมินความคิดสร้างสรรค์ของผลงานซึ่งประกอบด้วย 3 มิติ (Dimensions) จำแนกเป็น 14 ข้อ (Categories) ดังตารางที่ 1

ตาราง 1 แสดงนิยามของเกณฑ์การประเมินในแต่ละด้าน

1. นวัตกรรม (Novelty)	2. การแก้ปัญหา (Resolution)	3. การต่อเติมเสริมแต่งและการสังเคราะห์ (Elaboration and Synthesis)
พิจารณาความมีคุณภาพของผลผลิตในลักษณะกระบวนการใหม่ (New Process) วิธีการใหม่ (New Techniques) มโนทัศน์ใหม่ (New Concept) รวมทั้งลักษณะที่ผลผลิตมีความใหม่ทั้งในและนอกสาขา ลักษณะที่ผลผลิตขั้นนี้จะมีต่อการสร้างสรรค์ผลผลิตใหม่ในอนาคต 1.1 การเพาะความคิด (Germinal) ผลผลิตนั้นเป็นการเพาะด้วยความคิดและผลงานสร้างสรรค์ต่อไปในอนาคต 1.2 ความคิดริเริ่ม (Original) ผลผลิตมีความเฉพาะไม่เหมือน ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่นที่มีประสบการณ์ การฝึกและการเรียนรู้มาเหมือนกับผู้ผลิต 1.3 การเปลี่ยนรูป (Transformational) ผลผลิตทำให้เกิดการปฏิบัติให้ผู้ใช้, ผู้ฟัง, ผู้พบเห็นเปลี่ยนการรับรู้เกี่ยวกับเรื่องนั้น	เหมือนกับความเหมาะสมของคอร์ดดนตรี (Musical Chord) ระดับของผลผลิตที่เหมาะสม (Fit) หรือสามารถสนองความต้องการของสภาพการณ์ที่เป็นปัญหา 2.1 ความเพียงพอ (Adequate) ผลผลิตนั้นได้ตอบปัญหาของสภาพการณ์ที่เป็นปัญหาได้เพียงพอ (Enough) 2.2 ความเหมาะสม (Appropriate) การแก้ปัญหาลงตัว (Fits) หรือสามารถนำไปประยุกต์ต่อสภาพการณ์ที่เป็นปัญหา 2.3 การเป็นเหตุผล (Logical) ผลผลิตหรือการแก้ปัญหาที่นั้นถูกต้องตามกฎหมายเกณฑ์ของศาสตร์นั้น ๆ 2.4 การใช้ประโยชน์ (Useful) ผลผลิตนั้นสามารถแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน มีการประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติได้ 2.5 คุณค่า (Valuable) ผู้ใช้, ผู้ฟัง, ผู้พบเห็นได้ตัดสินใจว่าผลผลิตนั้นมีคุณค่า เพราะว่ามันเหมาะสมกับความต้องการด้านการเงิน, กายภาพ และความต้องการทางจิตวิทยา	ระดับที่ผลผลิตรวมกับสิ่งที่ไม่เหมือนในการพัฒนาสิ่งใหม่ บางส่วนหรือบางส่วน 3.1 การดึงดูด (Attractive) ผลผลิตนั้นดึงดูดความสนใจของผู้พบเห็น ผู้ฟัง ผู้ใช้ 3.2 ความซับซ้อน (Complex) ผลผลิตหรือการแก้ปัญหาบรรจุกหลาย ๆ ส่วนในหนึ่งอันหรือหลายระดับ 3.3 ความประณีต (Elegant) ผลผลิตนั้นมีความละเอียดลออพิถีพิถัน 3.4 การแสดงออก (Expressive) ผลผลิตนั้นมีการแสดงให้ผู้ผู้ใช้เข้าใจ มีคู่มือการใช้ชัดเจน 3.5 ความสมบูรณ์ (Organic) ผลผลิตนั้นทำให้เกิดความรู้สึก (Sense) ว่าเป็นโครงสร้างที่สมบูรณ์ 3.6 การใช้ฝีมือและความชำนาญ (Well-crafted) ผลผลิตได้ถูกสร้างและสร้างใหม่ด้วยความรู้สึกที่ดี (Care) เพื่อพัฒนาผลผลิตให้ไปถึงระดับสูงสุดเท่าที่จะทำได้

เอกสารเกี่ยวกับโครงการ

หลังจากที่นักเรียนได้หัวข้อเรื่องทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เฉพาะเจาะจงแล้วได้ศึกษาเอกสาร อ้างอิงต่าง ๆ อย่างพอเพียงแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือการเขียนเค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์ หรือเรียกว่า “โครงการ” เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาหรือจากอาจารย์ประจำวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อขอความเห็นก่อนดำเนินการต่อไป

โครงการที่นักเรียนเขียนขึ้นโดยทั่ว ๆ ไป จะเขียนขึ้นเพื่อแสดงแนวคิด แผนงาน และขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2531 : 28) ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

1. ชื่อโครงการ

ควรเป็นข้อความที่กะทัดรัด ชัดเจน สื่อความหมายตรง และมีความเฉพาะเจาะจงว่าจะศึกษาเรื่องอะไร

2. ชื่อผู้ทำโครงการ

3. ที่ปรึกษาโครงการ

4. ที่มาและความสำคัญของโครงการ

อธิบายว่าเหตุใดจึงเลือกทำโครงการนี้ โครงการเรื่องนี้มีควมสำคัญอย่างไร มีหลักฐานหรือทฤษฎีอะไรเกี่ยวข้อง เรื่องที่ทำเป็นเรื่องใหม่หรือผู้อื่นได้เคยศึกษาค้นคว้าเรื่องทำนองนี้ไว้บ้างแล้ว ถ้ามี ผลเป็น อย่างไร เรื่องที่ทำนี้ได้ขยายเพิ่มเติมปรับปรุงจากเรื่องที่ผู้อื่นทำไว้อย่างไร หรือเป็นการทำซ้ำเพื่อตรวจสอบผล

5. จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

ควรมีความเฉพาะเจาะจงและเป็นสิ่งที่สามารถวัดได้ เป็นการบอกขอบเขตของงานที่ทำได้ชัดเจนขึ้น

6. สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

สมมติฐานเป็นคำตอบหรือคำอธิบายที่คาดไว้ล่วงหน้า ซึ่งอาจถูกหรือไม่ก็ได้ การเขียนสมมติฐานควรมีเหตุผล คือ มีทฤษฎีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์รองรับ และที่สำคัญคือ เป็นข้อความที่มองเห็นแนวในการดำเนินการทดลอง หรือสามารถทดสอบได้

7. วิธีดำเนินงาน

7.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้

ระบุว่าวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้มีอะไรบ้าง จะได้วัสดุอุปกรณ์เหล่านั้นมาจากไหน วัสดุอุปกรณ์อะไรบ้างที่ต้องจัดซื้อ อะไรบ้างที่ต้องจัดทำเอง อะไรบ้างที่ต้องขอยืม

7.2 แนวทางการศึกษาค้นคว้า

อธิบายว่าจะออกแบบการทดลองอย่างไร จะสร้างหรือประดิษฐ์อย่างไร จะเก็บข้อมูลอะไรบ้าง เก็บข้อมูลอย่างไรและเมื่อใดบ้าง

8. แผนปฏิบัติงาน

อธิบายเกี่ยวกับกำหนดเวลาเริ่มต้นและเวลาเสร็จของการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอน

9. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

10. เอกสารอ้างอิง

สิ่งประดิษฐ์และสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

มนุษย์รู้จักประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ ขึ้นมาใช้ประโยชน์ตั้งแต่โบราณมาแล้ว มนุษย์ในยุคเริ่มแรกจำเป็นต้องประดิษฐ์อาวุธ เครื่องมือบางอย่าง เพื่อช่วยในการดำรงชีวิตอยู่ได้ เช่น หอก กระบอง ธนู ขวาน และลูกศร ของใช้ทุกอย่างที่มีใช้กันอยู่ทุกวันนี้ล้วนถูกค้นพบหรือถูกประดิษฐ์ขึ้นมาก่อนทั้งนั้น (ศศิเกษม ทองยง. 2521 : 2)

การจัดการศึกษาในระบบโรงเรียนได้บรรจุงานที่เกี่ยวกับอาชีพให้นักเรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ ตั้งแต่ในระดับประถมศึกษา เรียกว่า การงานและอาชีพ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นก็ได้บรรจุวิชาที่เกี่ยวกับการปฏิบัติด้วย เรียกว่า การงานและอาชีพ ซึ่งอยู่ในหมวดวิชา คหกรรมและอุตสาหกรรม ในส่วนที่เป็นวิชาการประดิษฐ์ที่เห็นชัดเจนมาก จะเป็นรายงาน ง 015 และในวิชาศิลปศึกษา รายวิชา ศ 011 การออกแบบ วิชาเหล่านี้จะมุ่งให้ผู้เรียนมีความสามารถในการประดิษฐ์ ตกแต่ง และมีความคิดสร้างสรรค์

งานประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นนั้น จะเห็นได้ในรายวิชาเลือกทุกรายวิชา และโดยเฉพาะอย่างยิ่งใน รายวิชา ว 013 (ของเล่นเชิงกลไกและไฟฟ้า) มีจุดประสงค์เพื่อให้เกิดความสนใจ ความรัก และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการดัดแปลง และประดิษฐ์อุปกรณ์ของเล่นเชิงกลไกและไฟฟ้าอย่างง่าย ซึ่งมีคำอธิบายรายวิชาว่า ศึกษาและทดลองสร้างอุปกรณ์ของเล่นเชิงกลไกและไฟฟ้าอย่างง่าย ออกแบบ ดัดแปลง หรือประดิษฐ์อุปกรณ์ใหม่ เพื่อให้สนุก เพลิดเพลิน มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการประกอบชิ้นส่วน ดัดแปลง และประดิษฐ์อุปกรณ์ (กรมวิชาการ. 2532 : 41)

โกศล เพ็ชรสุวรรณ (2528. 20-29) ได้กล่าวถึงการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ว่า การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อเราพยายามเรียนรู้เลียนแบบเทคโนโลยีที่ได้มีการพัฒนามาแล้ว จนเรามีประสบการณ์ มีความรอบรู้ จนเกิดความมั่นใจ เกิดความคิดเป็นของตนเองที่จะปรับปรุงให้ดีขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ และจากประสบการณ์ที่ได้สะสมมานั้นเองจะทำให้เกิดการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ขึ้นมา และถ้าได้มีการสนับสนุนการพัฒนาเหล่านี้อย่างต่อเนื่องก็จะทำให้เกิดวิวัฒนาการของเทคโนโลยีจนมีสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ เกิดตามขึ้นมาอย่างเป็นระบบ และในที่สุดเราก็จะมีเทคโนโลยีที่สามารถยกฐานะทางเศรษฐกิจของประเทศได้

การสร้างสรรคหรือการประดิษฐ์จะพัฒนาขึ้นได้นั้น เย็นใจ เลหาวิช (2529 : 11) กล่าวว่า การประดิษฐ์เป็นการสร้างสรรคที่มีการเชื่อมโยงกับเทคโนโลยีซึ่งเป็นเรื่องที่ยาก เนื่องจากการสร้างสรรคต้องอาศัยวงจรการพัฒนามาใช้ เช่น ในการสร้างจรวดก็ต้องเริ่มออกแบบทดลอง จนกระทั่งปรับปรุง และสุดท้ายจึงจะได้ของดี ๆ ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้ขึ้นอยู่กับขั้นตอนการประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ การประดิษฐ์คิดค้นถ้าวางเงื่อนไขไว้ว่าสิ่งที่ทำนั้นเป็นของใหม่ 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีใครเคยทำในโลกมาก่อนจะเป็นเรื่องยากที่สุด แต่ในหลายอย่างของประวัติการประดิษฐ์คิดค้นจะพบว่า เป็นเรื่องที่คนอื่นเคยทำมาแล้ว ถ้านำมาคิดต่อหรือดัดแปลงปรับปรุงก็ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ความหมายของสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

การประดิษฐ์ หมายถึง การรู้จักคิดสร้าง หรือจัดทำสิ่งต่าง ๆ ขึ้นมาเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการ หรือจัดทำขึ้นเพื่อความเพลิดเพลินในยามว่าง โดยการนำวัสดุเหลือใช้ หรือวัสดุที่มีในท้องถิ่นมาประดิษฐ์ให้มีคุณค่าสามารถนำไปใช้ได้ตามต้องการ (ไพบูลย์ เจริญกุล. 2532 : 713-715) งานประดิษฐ์สามารถส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักนำเอาวัสดุเหลือใช้มาประดิษฐ์เป็นสิ่งของเครื่องใช้ให้มิตคุณค่าขึ้น และยังให้รู้จักทำสิ่งของต่าง ๆ ขึ้นใช้เองได้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2525 (2525 : 503) ได้นิยามคำว่า ประดิษฐ์ ดังนี้ ถ้าเป็นกริยา หมายถึง ตั้งขึ้น จัดทำขึ้น คิดทำขึ้น สร้างขึ้น แต่งขึ้น ถ้าเป็นคุณศัพท์ หมายถึง ที่จัดทำขึ้นให้เหมือนของจริง

สอ เศรษฐบุตร (Sethaputra. 1940 : 725 และ 2531 : 385) ได้ให้ความหมายของคำ Invention ไว้ว่า ประดิษฐ์ ข้างคิด เนรมิต ข้างประดิษฐ์ ในการประดิษฐ์

ความสามารถ

ความสามารถเป็นพลัง (Power) อันแท้จริงที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลที่จะกระทำ ดัดแปลง ปรับปรุงตามสภาพการณ์ต่าง ๆ ให้เสร็จสมบูรณ์อย่างมีประสิทธิภาพ (Good. 1959 : 1)

บลูมและคนอื่น ๆ (Bloom and Others. 1956 : 201-207) ได้จำแนกพฤติกรรมที่แสดงความสามารถทางสมองหรือสติปัญญา โดยแบ่งพฤติกรรมออกเป็น 6 ระดับ คือ

1. ความรู้ความจำ (Knowledge)
2. ความเข้าใจ (Comprehension)
3. การนำไปใช้ (Application)
4. การวิเคราะห์ (Analysis)

5. การสังเคราะห์ (Synthesis)

6. การประเมินค่า (Evaluation)

การประเมิน

ความหมายของการประเมิน

ชวาล แพรัตกุล (2520 : 379-405) ให้ความหมายของการประเมินค่าไว้ว่า หมายถึง การติราคาสิ่งต่าง ๆ โดยสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ว่า สิ่งนั้นมีคุณค่าดี - เลว หรือเหมาะสมหรือไม่ หลักเกณฑ์การประเมินค่าประกอบด้วย 3 ประการดังนี้

1. ลักษณะของการประเมินค่า ได้แก่ การดี - ชม รวบยอดว่าเรื่องใดดีเลวเหมาะสม ควรไม่ควรหรือการวินิจฉัยตัดสินขั้นสุดท้ายว่าเรื่องนั้นมีความถูกต้องตรงเป้าหมายเพียงใด เชื่อถือได้หรือไม่ หรือสอดคล้องขัดแย้งกับสิ่งใด รวมถึงการวิจารณ์และการแสดงความคิดเห็นต่อเหตุการณ์และการกระทำต่าง ๆ ว่าควรประพฤติปฏิบัติเช่นนั้นหรือไม่

2. สิ่งที่ยึดมาติราคา ได้แก่ รูปร่าง ลักษณะที่เป็นรูปธรรม หรือคุณสมบัติต่าง ๆ ที่เป็นนามธรรม เช่น วินิจฉัยความถูกต้องเหมาะสมดีงามของคุณลักษณะต่าง ๆ ของวัตถุสิ่งของให้ประเมินสภาพ และฐานะของเหตุการณ์นั้น ๆ วิธีปฏิบัติและวิธีที่ใช้ในการแก้

3. การติราคาอย่างมีหลักเกณฑ์ หมายความว่า ในการติชมเรื่องใดสิ่งใดก็ตาม จำเป็นที่เราจะต้องมีเกณฑ์หรือมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งสำหรับการวินิจฉัยสิ่งเหล่านั้นก่อนเสมอ

จะเห็นว่า การประเมินค่าเป็นการติราคาสิ่งต่าง ๆ โดยสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ว่าสิ่งนั้นมีคุณค่าเหมาะสมเพียงใด หลักเกณฑ์การประเมินค่าอาศัยลักษณะของการประเมินค่า

สิ่งที่หยิบยกมาประเมินและต้องประเมินอย่างมีหลักเกณฑ์หรือคำนึงถึงมาตรฐานในสิ่งที่จะประเมินผู้วิจัยจึงสร้างแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะวัดพฤติกรรมตั้งแต่การเลือกรูปแบบจนถึงขั้นการเสนอผลงานโดยใช้หลักการปฏิบัติจริงซึ่งในการวัดการปฏิบัติงานจริงนี้มีสิ่งที่จะวัด 2 ประการคือ ความสามารถและทักษะในการปฏิบัติกับการวัดพฤติกรรมของนักเรียน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ความสามารถและทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน จุดมุ่งหมายของการวัดและการประเมินผล การปฏิบัติงาน สามารถแยกเป็น 2 ส่วนคือ วิธีการ (Procedure) และผลงาน (Product)

วิธีการ (Procedure) คือชุดหรือลำดับขั้นของการกระทำของนักเรียนส่วนผลงาน (Product) ก็คือผลจากการปฏิบัติตามวิธีการนั้น ตัวอย่าง เช่น การพิมพ์ดีด วิธีการได้แก่ การนั่ง การวางนิ้วบนแป้นให้เหมาะสมก่อนเริ่มพิมพ์ การจับตาอยู่ที่สิ่งพิมพ์มากกว่าตัวอักษรบนแป้น การเคาะแป้นแต่ละนิ้ว เป็นต้น ส่วนผลงานคือสิ่งตีพิมพ์ได้

ในการวัดวิธีการ เช่น วิธีการใช้เครื่องมือในการทดลองวิธีการแก้ปัญหาผู้วัดจะต้องใช้เวลาในการสังเกตการปฏิบัติทุกขั้นตอนจะต้องตั้งจุดมุ่งหมายว่าจะดูอะไรบ้าง โดยเน้นประสิทธิภาพและความแม่นยำของการดำเนินงาน ขณะประเมินจะต้องให้ผู้ถูกประเมินอยู่ในสภาวะที่เป็นธรรมชาติมากที่สุด คือปกติวิสัยแล้วเขาจะปฏิบัติอย่างไร

ส่วนการวัดผลงาน เป็นการวัดที่เป็นอัตนัยมาก และงานแต่ละชนิดจะมีเกณฑ์ในการประเมินต่างกันไป ซึ่งจะต้องมีมาตรฐานหรือเกณฑ์ที่ยอมรับในระดับหนึ่ง ๆ การตั้งเกณฑ์หรือมาตรฐานจะต้องคำนึงถึงอายุของนักเรียน ระดับวุฒิภาวะและประสบการณ์ของนักเรียน การตัดสินผลงานต้องเลือกเกณฑ์ให้เหมาะสมผลงานของนักเรียนไม่ควรเปรียบเทียบกับผลงานที่ผลิตโดยผู้มีวิชาชีพ

2. การวัดทางด้านพฤติกรรมของนักเรียน นอกจากอยากรู้ว่านักเรียนคิดอย่างไร นักเรียนรู้สึกอย่างไร นักเรียนปฏิบัติได้อย่างไรแล้ว ยังมีพฤติกรรมของนักเรียนบางอย่างที่จะต้องวัดด้วย เช่น ขณะที่อยู่ในห้องเรียนนักเรียนมีพฤติกรรมอย่างไร นักเรียนมีความตั้งใจในการทำงาน มีความรับผิดชอบให้ความร่วมมือ มีความสนใจ มีวินัยในตนเองหรือไม่

วิธีการสังเกตการปฏิบัติงานจริง ใช้วิธีการต่อไปนี้

1. การสังเกตโดยตรง (Direct Observation) การสังเกตโดยตรงจากผู้สังเกตทำให้ได้ข้อมูลที่ดีว่า นักเรียนมีความรอบรู้ตามจุดประสงค์หรือไม่ การสังเกตอาจจะต้องเลือกว่าจะสังเกตตามโครงร่างที่กำหนดไว้หรือไม่ต้องมีโครงร่าง
2. การสัมภาษณ์ (Interview) การสัมภาษณ์เป็นวิธีการที่ดีที่สุด ทำให้รู้ว่าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในตอนที่ทำไม่ได้สังเกตด้วยตนเองนั้น เหตุการณ์เป็นอย่างไร การสัมภาษณ์สามารถใช้ได้อย่างกว้างขวาง เช่น อาจสัมภาษณ์ความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ระหว่างที่อยู่ในสถานการณ์เดียวกัน
3. การเขียนรายงาน (Self - Report) เป็นการให้นักเรียนเขียนรายงานเกี่ยวกับพฤติกรรมของตนเอง เหมือนการสัมภาษณ์ เพียงแต่ไม่มีคนคอยตั้งคำถามเท่านั้นเอง
4. นักเรียนสังเกตกันและกัน (Peer Review) การเก็บข้อมูลโดยวิธีการนี้จะขอให้นักเรียนสังเกตซึ่งกันและกัน แล้วรายงานผลการสังเกตโดยการวิจารณ์เปรียบเทียบประโยชน์ของเทคนิคนั้น คือช่วยประหยัดเวลา นักเรียนบางคนสามารถปฏิบัติงานได้ดีถ้ามีอิสระไม่ถูกรบกวน ประโยชน์อีกประการ นักเรียนสามารถจะเรียนรู้ว่า การที่เขาทำสิ่งต่าง ๆ โดยที่คนอื่นเพ่งมองดูเขายังจะใช้ทักษะหรือพฤติกรรมเหมือนเดิมหรือไม่

เครื่องมือประเมินการสังเกต

ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการสังเกตวิธีการและผลงาน จะต้องเป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้การสังเกตที่ดีจึงต้องมีเครื่องมือด้านต่าง ๆ เหล่านี้ประกอบด้วย

1. แบบสำรวจรายการ (Checklist) ประกอบด้วยรายการที่แสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน

กิจกรรมต่าง ๆ หรือพฤติกรรมที่ผู้สังเกตทราบว่า การกระทำหรือพฤติกรรมต่าง ๆ เกิดขึ้นตามรายการที่กำหนดไว้หรือไม่เท่านั้น แต่ไม่ช่วยในการพิจารณาคุณภาพหรือจำนวนครั้งของการกระทำที่เกิดขึ้น เครื่องมือนี้มีประโยชน์ต่อการเก็บข้อมูลของขบวนการ หรือวิธีการที่ได้แบ่งแยกการกระทำ การแสดงหรือการปฏิบัติต่าง ๆ ออกอย่างชัดเจน เช่น การทดลองเคมี การใช้รถยนต์ เป็นต้น

2. มาตราประมาณค่า (Rating Scale) การวัดความสามารถและทักษะในการปฏิบัติงานกับพฤติกรรมของนักเรียน จะใช้การสังเกตของครูเข้าร่วมการเก็บข้อมูล ซึ่งมีข้อบกพร่องที่เกิดจากการสังเกตของครู คือ ความลำเอียง หรือความประทับใจ ซึ่งสิ่งเหล่านี้อาจมีอิทธิพลต่อการสังเกตได้

เครื่องมือที่จะช่วยให้การสังเกตมีความเป็นปรนัยมากขึ้น ได้ข้อมูลอย่างเป็นระบบดีขึ้นก็คือ “มาตราประมาณค่า” (Rating Scale) ซึ่งตามปกติจะประกอบด้วยพฤติกรรมที่จะตัดสิน และมาตราที่จะใช้ตัดสินว่าอยู่ในระดับใด จะได้ผลเพียงใดขึ้นอยู่กับมาตราประมาณค่าว่ามีการสร้างไว้อย่างดีเพียงใด และสร้างสถานการณ์ได้เหมาะสมเพียงใด

มาตราประมาณค่าแม้จะมีข้อจำกัดอยู่มากมายหลายข้อ แต่ก็สามารถใช้เป็นเครื่องมือที่มีความเที่ยงตรง ลักษณะของมาตราประมาณค่า มีการเปรียบเทียบพฤติกรรมของนักเรียน หรือ ลักษณะความสามารถกับมาตรฐานที่ตั้งไว้ก่อนแล้วว่าระดับสูง กลาง ต่ำ หมายถึงพฤติกรรมอะไร หรือต้องมีทักษะความสามารถอย่างไร ซึ่งส่วนใหญ่จะตั้งไว้ในใจ จึงเปรียบเสมือนกับจัดตำแหน่งนักเรียนลงบนมาตรฐานคงที่ตามตัวที่มีอยู่ก่อนแล้ว มาตราประมาณค่าแบบนี้มีข้อดีตรงที่สามารถเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มได้ เพราะใช้ผู้ประมาณค่าคนเดียวกัน มีมาตรฐานเดียวกัน และสามารถใช้กับกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ แต่ก็มีข้อจำกัดเหมือนกัน เช่น ผู้ประมาณค่าต้องฝึกฝนมาพอสมควร จึงจะใช้ได้เหมาะสม ต้องรู้และระลึกอยู่เสมอว่า กำลังประมาณค่าคุณสมบัติใด บางทีมาตรฐานเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้น เมื่อใช้หลายคนประมาณค่านักเรียนกลุ่มเดียวกัน หรือนำค่าประมาณค่ามาเปรียบเทียบกัน ต้องตั้งเกณฑ์ให้เป็นมาตรฐานเดียวกันสำหรับประมาณค่าและระดับของมาตรฐานประมาณค่าทั้งแบบ 3, 5, 7 ระดับ แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ

1. มาตราประมาณค่าแบบตัวเลข (Numerical Rating Scale) เป็นแบบง่ายที่สุด ผู้สังเกตจะทำเครื่องหมายบนตัวเลข หรือวงกลมรอบตัวเลขที่แทนระดับพฤติกรรมตามปกติแล้วจะอธิบายความหมายของตัวเลขไว้ก่อนในตอนต้นและใช้ในความหมายเดียวกันทุกมาตรา อาจจะใช้กี่ระดับก็ได้ แต่โดยทั่วไปแล้วจะใช้ระหว่าง 3 - 9 ระดับ และมักใช้จำนวนคี่เพื่อให้ค่าตรงกลางแทนค่าเฉลี่ยของมาตรานั้น

2. มาตราประมาณค่าแบบพรรณนา (Descriptive Rating Scale) แบบนี้จะเขียนคำบรรยายบอกระดับของคุณลักษณะนั้น ๆ ไว้ว่าเป็นอย่างไร ระดับคุณลักษณะมักจะเขียนเป็นจำนวนคี่ 3, 5, 7 ระดับ เมื่อเลือกว่าคุณลักษณะของสิ่งนั้นตรงกับระดับใด ก็บันทึกเครื่องหมายลงที่ระดับนั้น

3. มาตราประมาณค่าแบบกราฟ (Graphic Rating Scale) แบบนี้จะถามคุณลักษณะใดก็จะเขียนคุณลักษณะนั้นไว้ แล้วมีระดับความเข้ม ความถี่ โดยแบ่งเป็นช่วงระดับ แล้วคำบรรยายอยู่ข้างใต้ด้วย ผู้วัดจะต้องพิจารณานักเรียนมีคุณลักษณะตรงกับช่วงระดับใดก็บันทึกสรุปในช่วงนั้น

ซึ่งต่างจากมาตราประมาณค่าแบบตัวเลขตรงที่ใช้ค่าต่าง ๆ แบบรหัส

การสร้างมาตราประมาณค่า

การสร้างมาตราประมาณค่าก็เช่นเดียวกับการสร้างเครื่องมือวัดอื่น ๆ ที่มุ่งใช้ค่าวัดหรือค่าที่กะประมาณไว้เป็นค่าที่มีความเที่ยงตรง และเชื่อมั่นได้สูงเป็นจุดมุ่งหมายสูงสุด และยังมีคุณสมบัติอื่น ๆ ประกอบอีก ความเป็นปรนัย ใช้สะดวกเหมาะสมกับสิ่งที่จะประมาณค่ามีความคลาดเคลื่อนน้อย ข้อเสนอแนะที่สำคัญมีดังนี้

1. ระบุจุดมุ่งหมายในการสอน ในรูปของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สังเกตได้ถ้ากำหนดจุดประสงค์การสอน การเรียนให้เป็นเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ สังเกตได้ ก็จะช่วยให้อาจารย์สามารถนิยามตัวแปรที่จะประมาณค่าได้ชัดเจน ในรูปของนิยามเชิงปฏิบัติการได้ง่ายขึ้นและนำไปสร้างมาตราประมาณค่าได้สะดวกขึ้น

2. เลือกลักษณะที่เป็นตัวกำหนดความสำเร็จ เลือกวัดทักษะหรือตัวแปรย่อยที่เป็นตัวกำหนดว่าได้รับความสำเร็จหรือล้มเหลวในกิจกรรมนั้น กล่าวคือ ต้องเลือกตัวแปรสำคัญนั่นเองตามปกติจะเลือกตัวแปรย่อยไว้มาก ๆ แล้วคัดเลือกให้เหมาะสมกับจุดประสงค์กับกลุ่มเวลาเครื่องมือ ฯลฯ และพยายามเลือกตัวแปรที่สังเกตได้มากกว่าตัวแปรที่สังเกตยาก

3. นิยามตัวแปรที่เลือกไว้ในรูปพฤติกรรมที่สังเกตได้ เมื่อเลือกตัวแปรได้แล้วต้องนิยามตัวแปรที่วัดเหล่านั้นออกมาเป็นนิยามที่วัดได้ สังเกตได้ คือ เป็นนิยามเชิงพฤติกรรมเชิงปฏิบัติการ (Operational Definition) ของตัวแปรที่เลือกไว้

4. การกำหนดค่าน้ำหนักของตัวแปร ตัวแปรที่เลือกมาประมาณค่ามีน้ำหนักของความสำคัญต่างกัน ดังนั้น การให้น้ำหนักคะแนนมักใช้ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

5. เลือกและสร้างมาตราประมาณค่าตามแบบที่เหมาะสม ขึ้นต่อนิยามและถ่วงน้ำหนักตัวแปร คือ เลือกและสร้างด้วยแบบที่เหมาะสม ซึ่งต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

- 5.1 จะนำค่าที่ได้จากการประมาณค่าไปใช้อย่างไร
- 5.2 ความสามารถของผู้ประมาณค่าในการใช้เครื่องมือที่นั่นสูงต่ำเพียงใด
- 5.3 ตัวแปรที่จะตัดสินมีลักษณะอย่างไร แคบ กว้าง สังเกตได้ง่ายยากเพียงใด
- 5.4 สถานการณ์ที่ประมาณค่า เช่น กลุ่มเล็ก ใหญ่
- 5.5 เครื่องมืออุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกในการประมาณค่า

6. เลือกจำนวนระดับของมาตราประมาณค่า การเลือกใช้จำนวนชั้นของมาตราประมาณค่าขึ้นอยู่กับชนิดของตัวแปรว่า สามารถจำแนกได้ละเอียดอย่างเที่ยงตรงเพียงใด ส่วนใหญ่ใช้ระหว่าง 3 ระดับ ถึง 9 ระดับ และใช้จำนวนคี่ เพื่อมีจุดกลางเป็นจุดหลักในการพิจารณาได้

7. ทดลองใช้และปรับปรุงมาตราประมาณค่า ก่อนที่จะนำมาตราประมาณค่าไปใช้จริงในฐานะเป็นเครื่องมือวัดต้องนำไปทดลองใช้กับกลุ่มเล็ก ๆ ซึ่งเป็นตัวแทนของประชาชนที่จะใช้กับ

มาตราประมาณค่า แล้วจัดข้อบกพร่องปรับปรุงให้สามารถใช้ได้ดีแล้วนำไปทดลองใหม่กับกลุ่มใหญ่
วิเคราะห์เชิงสถิติถึงค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น หรือออกเกณฑ์ปกติ

8. ประเมินการใช้อยู่เสมอ ทุกครั้งที่นำไปใช้ในชั้นเรียน หรือ สถานการณ์อื่น ต้องใช้ให้
เหมาะสมกับกลุ่มประชากรของมาตราประมาณค่า นั้น เช่น ถ้าเป็นมาตราสำหรับนักเรียนก็ย่นนำไปใช้
กับระดับวิทยาลัย เป็นต้น และทุกครั้งควรเก็บข้อมูลค่าวิเคราะห์ทางสถิติต่าง ๆ เช่น ค่าเฉลี่ยความ
แปรปรวนและค่าสถิติอื่น ๆ เพื่อประเมินมาตรา และนำไปสู่การปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น ทันเหตุการณ์ขึ้น

จากที่ศึกษาเอกสารดังกล่าว พบว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์โดยวัดจากผลงาน ของ
เบสเมอร์ และ เทรฟฟินเจอร์ น่าสนใจที่จะนำมาใช้ประเมินความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งในส่วนของโครงการที่นักเรียนเขียนขึ้นและสิ่งประดิษฐ์ทำขึ้นได้

1.6 เอกสารเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์

โครงการวิทยาศาสตร์

ปัจจุบัน เป็นที่ยอมรับและตระหนักกันโดยทั่วไปว่า ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มีบทบาทสำคัญมากในการดำรงชีวิตและบทบาทต่อการพัฒนาประเทศ รัฐได้กำหนดแผนพัฒนา
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นส่วนหนึ่งของแผนเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เพื่อเป็นการพัฒนา
กำลังคนเพื่อพัฒนาประเทศ กระทรวงศึกษาธิการกำหนดหลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไว้ใน
ทุกระดับชั้นเรียน

ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปจะมุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนด้านความรู้ใน
สาระ เนื้อวิชา กระบวนการแสวงหาความรู้อย่างมีระบบ ตามวิถีทางวิทยาศาสตร์ ตามแบบเรียน
กำหนดให้ และให้ผู้เรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในการสอนในชั้นเรียนตามปกติ มักจะเน้นเป็นด้าน
เนื้อหาวิชา

การสอนโครงการวิทยาศาสตร์ จะส่งเสริมและฝึกฝนให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการศึกษาค้น
คว้าลงมือปฏิบัติด้วยตนเองภายใต้คำดูแล ให้คำปรึกษาของครู ทำให้นักเรียนแสดงออกถึงความคิด
ริเริ่มสร้างสรรค์ ได้ประมวลความรู้ และนำความรู้ ความสามารถ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
มาใช้แก้ปัญหาอย่างครบถ้วน ก่อให้เกิดความรู้ ความคิด การประดิษฐ์ คิดค้น และการพัฒนาสิ่ง
ใหม่ ๆ เป็นการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างแท้จริง

การสอนให้นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นจึงเป็นการสอนที่ช่วยให้นักเรียนรู้จักการ
ทำงานเป็นทีม รู้จักวิธีการประชุมปรึกษา เพื่อแก้ปัญหา ส่งเสริมให้รู้จักการศึกษาค้นคว้าได้ฝึกทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ การเรียนการสอนโครงการ
วิทยาศาสตร์จึงเป็นกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาการเรียนรู้ 3 ด้าน คือ พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย
และจิตพิสัย ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์

ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์

โครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่นักเรียนสนใจ เพื่อตอบปัญหาที่สงสัย โดยมีการวางแผนที่จะศึกษาภายในขอบเขตของระดับความรู้ ซึ่งนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ และศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้การแนะนำปรึกษาและการดูแลของอาจารย์วิทยาศาสตร์ หรือผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้น ๆ เพื่อให้ได้โครงการที่สมบูรณ์ตลอดจนถึงการเผยแพร่ผลงานของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจ

ลักษณะของโครงการวิทยาศาสตร์

โครงการวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการศึกษาค้นคว้าวิธีทางวิทยาศาสตร์มี 5 ขั้นตอน คือ

1. **กำหนดปัญหา** เกิดจากการสังเกตโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 แล้วนำมาขมคิดพิจารณาจากความรู้และประสบการณ์ ทำให้มองเห็นปัญหา และตั้งปัญหามา เพื่อที่จะหาแนวทางแก้ไขหรือพัฒนาให้ดีขึ้นกว่าเดิม หรือทำให้เกิดสิ่งใหม่ ๆ ขึ้นมา ที่เป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม

2. **ตั้งสมมติฐาน** เป็นการคาดคะเนคำตอบของปัญหาโดยยังไม่มี การทดสอบ

3. **วางแผนศึกษาหรือทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐาน** ในการทดลองเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ จะต้องประกอบด้วย

3.1 การออกแบบทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองจริงจะต้องมีการเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ กำหนดตัวแปร

3.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติจริงและใช้ อุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสมถูกต้อง

3.3 การบันทึกการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง อาจอยู่ในรูปของตาราง กราฟ แล้วแต่ความเหมาะสม

4. **รวบรวมข้อมูลหรือผลการศึกษาทดลอง** หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การสังเกต การวัด และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ หรือจัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ดีขึ้น โดยอาจจะเสนอในรูปตาราง แผนภูมิ แผนภาพไดอะแกรม กราฟ สมการ หรือเขียนบรรยายเป็นข้อ ๆ ตามลำดับ รูปแบบในการนำเสนอข้อมูลจะต้องเป็นแบบที่ใช้ในการเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม

5. **สรุปผลการศึกษา หรือทดลองแล้วอภิปรายสรุป** หมายถึง การแปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ให้มีความสัมพันธ์กันระหว่าง ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระ และสามารถอธิบายได้ว่า เกิดอะไรขึ้นกับตัวแปรตาม ขณะที่ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลงไป

ประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์

โครงการวิทยาศาสตร์ แบ่งตามกิจกรรมการศึกษาค้นคว้าได้ 4 ประเภท คือ

1. โครงการประเภทสำรวจข้อมูล (Survey Reserch Project)
2. โครงการประเภทการทดลอง (Experimental Reserch Project)
3. โครงการประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ (Developmental Reserch Project or Invention)
4. โครงการประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย (Theoretied Reserch Project)

ขั้นตอนในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ จากประสบการณ์ที่เคยทำการสอนกิจกรรมในโครงการวิทยาศาสตร์ เพื่อเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์มา 5 ปี พอจะสรุปขั้นตอนในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ได้ 11 ขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้

1. คิดและเลือกหัวเรื่องที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์
2. เสนอหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์
3. ศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง
4. ทำการศึกษาทดลองเบื้องต้น
5. เขียนเค้าโครงการวิทยาศาสตร์
6. วางแผนปฏิบัติการเพื่อเก็บข้อมูล
7. ทำการทดลองเก็บข้อมูล
8. รวบรวมจัดกระทำข้อมูล อภิปรายสรุปผลการทดลอง
9. เขียนรายงาน
10. ทำแผนโครงการ และฝึกอธิบายรายงาน
11. เสนอผลงาน

ขั้นตอนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ ที่นำเสนอได้จากประสบการณ์ในการสอนไม่ใช่สิ่งที่จะต้องยึดเป็นคัมภีร์ คือปฏิบัติตามหรือลอกเลียนแบบทุกขั้นตอน ประกอบด้วย 12 ขั้นตอน ดังนี้

1. กระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
2. ให้ความรู้เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์
3. ให้แนวทางในการหาหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์
4. ชี้แนะการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม
5. ให้หลักการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์
6. ให้แนวทางในการทดลองปฏิบัติเบื้องต้นเพื่อศึกษาความเป็นไปได้
7. ให้นักเรียนวางแผนปฏิบัติการทดลองเพื่อเก็บข้อมูล
8. ให้แนวทางในการจัดกระทำข้อมูลเพื่ออภิปรายสรุปผล
9. ให้นักเรียนศึกษาการเขียนรายงานและบทคัดย่อและเขียนรายงาน
10. ให้หลักการทำแผนผังโครงงาน
11. ฝึกให้นักเรียนอธิบายโครงงาน
12. ให้หลักการและแนวทางเสนอผลงาน

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา หมายถึง ผู้ที่ให้คำแนะนำปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์ซึ่งอาจจะเป็นอาจารย์สอนวิชาวิทยาศาสตร์ หรืออาจารย์หมวดอื่น ๆ หรือผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ปรึกษาพิเศษทั้งในและนอกสถาบัน ที่สามารถให้คำแนะนำและปรึกษาเรื่องที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้

บทบาทของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์นอกจากจะต้องสอนตามแผนการสอนแล้วยังต้องจัดระยะดำเนินการสอนออกเป็น 7 ระยะ ดังนี้

1. **ระยะก่อนดำเนินการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์** การจัดบรรยากาศชั้นเรียนเพื่อให้เกิดผลดีต่อการเรียนการสอน เพื่อกระตุ้นและจูงใจให้นักเรียนไม่เบื่อหน่ายการเรียน ได้แก่

- จัดชั้นเรียนแบบยัดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง
- สร้างบรรยากาศแบบประชาธิปไตย ให้ใช้นักเรียนแบ่งกลุ่มทำงานตามความสมัครใจ กลุ่มละ 4 - 5 คน
- จัดบรรยากาศทางวัตถุ ที่อยู่ในชั้นเรียนให้มีระเบียบ
- จัดบรรยากาศทางวิชาการ

2. ะระก่อนทำโครงการ เนื่องจากมีนักเรียนให้ความสนใจทำโครงการหลายกลุ่ม อาจารย์ที่ปรึกษาต้องวางแผนจัดทำตารางเวลาให้นักเรียนกลุ่มทำโครงการเข้าพบเพื่อขอคำแนะนำปรึกษาหรือตรวจผลงาน

3. ะระเริ่มโครงการ หมายถึง ะระที่นักเรียนได้หัวข้อเรื่องแล้วอาจารย์ที่ปรึกษาควรทำหน้าที่ดังนี้

- พิจารณาความเป็นไปได้ของหัวข้อเรื่อง
- ขยายขอบเขตของเรื่องที่จะศึกษาให้กว้างขึ้น
- แนะนำเอกสารค้นคว้า
- เสนอแนะการเขียนเค้าโครงย่อ
- ตรวจเค้าโครงของโครงการ

4. ะระลงมือปฏิบัติ หมายถึง ะระที่นักเรียนจัดเตรียมอุปกรณ์จนถึงสิ้นสุดการทดลอง อาจารย์ที่ปรึกษาควรมีบทบาทดังนี้

- จัดสถานที่ทำโครงการ
- จัดหาอุปกรณ์และสารเคมีที่จำเป็น
- ชี้แจงการใช้ห้องปฏิบัติการ
- ฝึกเทคนิคในการทดลองบางประการ
- ติดตามผลปฏิบัติการของนักเรียน
- ให้กำลังใจแก่นักเรียน

5. ะระสิ้นสุดโครงการ คือระยะที่นักเรียนนำผลการทดลองมาเสนออาจารย์ที่ปรึกษาควรมีบทบาทดังนี้

- แนะนำวิธีการจัดกระทำข้อมูล
- แนะนำการเขียนรายงาน
- ตรวจแก้ไขรายงาน

6. ะระเตรียมเสนอผลงาน เพื่อจัดแสดงหรือจัดประกวด อาจารย์ที่ปรึกษาควรมีบทบาทดังนี้

- จัดหาแผนทำโครงการ เมื่อนักเรียนไม่สามารถทำได้
- แนะนำการทำแผนโครงการ เพื่อให้เกิดความชัดเจนและเข้าใจง่าย
- ฝึกให้นักเรียนอภิปรายปากเปล่า

7. ระยะแสดงผลงาน หมายถึง การแสดงผลงานในนิทรรศการ อาจารย์ที่ปรึกษาควรมีบทบาทดังนี้

- ดูแลความเรียบร้อยในการติดตั้งแผนอุปกรณ์และชิ้นงาน
- สร้างความมั่นใจให้นักเรียน
- ให้กำลังใจนักเรียน

แนวทางการให้คำปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์

ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ทุกขั้นตอน อาจารย์ที่ปรึกษาจะต้องทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียนที่ทำโครงงานจนสำเร็จบทบาท ที่สำคัญมากก็คือ เทคนิคการให้คำปรึกษาโดยใช้คำถามกับขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. การหาหัวข้อที่จะศึกษา

หลังจากนักเรียนได้หัวข้อเรื่องที่จะศึกษา แล้วก็มาพบอาจารย์ที่ปรึกษาตามวันเวลานัดหมาย ครู ต้องดำเนินการดังนี้

1. วิเคราะห์หัวข้อตามแนวการประเมินผลหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา
2. ให้นักเรียนซักถาม โดยครูมีแนวถามดังนี้
 1. ที่มาของหัวข้อ
 2. การออกแบบทดลอง
 3. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

นอกจากนี้อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ต้องให้แรงเสริมเพื่อเป็นกำลังใจให้นักเรียนได้ทำการศึกษาค้นคว้าต่อไป ดังตัวอย่างคำถาม

จากการสนทนาของนักเรียนและอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การกำจัดเห็บด้วยน้อยหน่า” หลังจากทีนักเรียนได้ความรู้วิธีคิดหัวข้อเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

— ถามเพื่อให้นักเรียนบอกที่มาของหัวข้อเรื่อง

อาจารย์: เรื่องนี้น่าสนใจดี นักเรียนได้หัวข้อเรื่องนี้มาได้อย่างไร

นักเรียน: จากป้ายนิเทศอาคาร 2 ชั้น 2 อธิบายประโยชน์ของใบน้อยหน่าสามารถฆ่าเห็บได้

ถ้านำมาผสมกับน้ำมะพร้าวทำให้เกิดความคิดว่าจะสามารถฆ่าเห็บให้ตายได้

— ถามเพื่อให้นักเรียนคิดหาวิธีทดลอง

อาจารย์: “นักเรียนลองมาช่วยกันคิดว่าจะทดลองได้อย่างไร”

นักเรียน : “หนูคิดว่า เราน่าจะลองใช้น้ำมันมะพร้าว เหล้าขาวผสมกับใบน้อยหน้า เพราะที่บ้านมี อาจารย์คิดว่าดีไหมคะ”

อาจารย์ : “เป็นความคิดที่ดีมาก”

— ถามเพื่อให้นักเรียนรู้จักตั้งสมมติฐาน หรือผลที่คาดว่าจะได้รับ หลังจากที่ได้ศึกษาค้นคว้าทดลอง

อาจารย์ : “นักเรียนคิดว่าการนำส่วนผสมระหว่างใบน้อยหน้ากับน้ำมันมะพร้าวและใบน้อยหน้ากับเหล้าขาวอย่างไหนจะฆ่าเห็บได้ดีกว่ากัน”

นักเรียน : “หนูคิดว่า น่าจะฆ่าเห็บได้ทั้ง 2 วิธี แต่ระยะเวลาในการตายของเห็บอาจจะแตกต่างกัน”

อาจารย์ : “หัวข้อเรื่องนี้ น่าสนใจมาก และอยู่ในเกณฑ์ดีให้นักเรียนกลับไปประเมินผลหัวข้อเรื่องโครงงานที่จะศึกษา มาเสนอครูภายใน 2 วันนี้นี้ด้วย”

จะเห็นว่า คำถามของครูนั้นเป็นแนวทางอย่างดี ที่จะช่วยชี้แนะให้นักเรียนเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่จะหาสารอื่นมาศึกษาความเป็นไปได้ นอกจากน้ำมันมะพร้าว เพื่อหาสารเปรียบเทียบกับสารใดจะทดลองได้ผลดีกว่ากัน

นอกจากนี้การเสริมกำลังใจทุกครั้งที่นักเรียนมาขอคำปรึกษาด้วยคำพูด “ น่าสนใจดี ” “ ดีมาก ” หรือ “ อยู่ในเกณฑ์ดี ” ประกอบท่าทาง ยิ้ม พยักหน้า และยอมรับขณะนักเรียนพูด จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ กระตือรือร้น ในการค้นคว้าหาความรู้มากยิ่งขึ้น

ปัจจุบันโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นวิชาเลือกเสรีในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ มาใช้ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อศึกษาดูว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกดังกล่าวจะมีความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับโครงการที่เขียนขึ้นและสิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนทำขึ้นมาน้อยเพียงใด

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

2.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการคิดนอกกรอบ

ดีโบโน (De Bono. 1982 : 145 - 146) ได้ทำวิจัยโดยการทดลองให้นักธุรกิจ 44 คน ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการประดิษฐ์อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรมตามที่ดีโบโนกำหนดในตอนแรกให้กลุ่มตัวอย่างคิดหาแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหาเอง โดยไม่ได้ใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบเป็นเวลา 5 นาที แล้วรวบรวมแนวคิดที่ได้ไว้ ส่วนการคิดในตอนต่อไป ให้ใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบโดยวิธีการสุ่มคำเพื่อเร้าความคิด โดยให้สมาชิกคนหนึ่งสุ่มคำจากพจนานุกรมแล้วเขียนบนกระดานให้ทุกคนคิดเพื่อสร้างแนวคิด 5 นาทีเช่นกัน แล้วนำแนวคิดที่ได้จากการคิด ทั้ง 2 แบบคือ คิดเองกับ คิดนอกกรอบ มาเขียนคละกันบนกระดาน แล้วให้สมาชิกเลือกโดยการลงคะแนนเสียงว่าแนวคิด

ใดเหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ผลปรากฏว่าแนวคิดที่ได้รับการเลือกให้นำมาใช้แก้ปัญหา คือ แนวคิดที่ได้จากเทคนิคการคิดนอกกรอบ จากงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า การคิดนอกกรอบสามารถสร้างแนวคิดที่นำไปใช้แก้ปัญหาได้ดีกว่าการคิดโดยไม่ใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบ

ในปี ค.ศ. 1982 คิงและคิง (King and King, 1988 : 32 - 33) ได้ทดลองใช้เทคนิคการคิดของดิโบนสอนนักเรียนชั้นมัธยมโรงเรียนที่ Valley Stream New York ในวิชาภาษาอังกฤษ สอนการคิดแล้วให้วิจารณ์ลักษณะตัวละคร ในวิชาวิทยาศาสตร์สอนการคิดแล้วให้พิจารณาข้อมูลเกี่ยวกับการประหยัดพลังงาน จากการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยรายงาน

พัฒนานาสรณ์ สถาพรวงศ์ (2533 : 4) ได้พัฒนาและทดสอบรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา พบว่า ส่วนสำคัญของรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยการสอน 2 วิธี คือ การสอนเทคนิคการคิดนอกกรอบ และการสอนระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าการสอนตามคู่มือครู

2.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการคิดวิจารณ์ญาณ

แอนเดอร์สัน (Anderson, 1980 : 3332 - A) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหากับภูมิหลังทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดหาเหตุผล (Critical Thinking) และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนฝึกหัดครู 3 กลุ่ม กำลังเรียนวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ กลุ่มทดลองได้รับการสอนวิธีแก้ปัญหาเพียงกลุ่มเดียว แต่ทดสอบทั้ง 3 กลุ่ม โดยนักเรียนแต่ละคนจะได้รับข้อความ 1 ย่อหน้า ซึ่งเกี่ยวกับปัญหาวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนอ่านข้อความเหล่านี้แล้วให้นักเรียนเขียนปัญหาที่เกิดขึ้น และบอกวิธีการของตนในการตอบปัญหานั้น โดยคำนึงถึงวิธีการแก้ปัญหามีกี่วิธี และปรากฏว่าความสามารถในการแก้ปัญหของกลุ่มทดลองไม่แตกต่างจากอีก 2 กลุ่ม

โปลันสกี (Polanski, 1975 : 5952A - 5953A) ศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปฏิบัติการคิดเชิงตรรกศาสตร์ การคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์ และความคิดสร้างสรรค์กับความเข้าใจแบบวิเคราะห์วิจารณ์มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดกับตัวประกอบที่เรียกว่า "ความเข้าใจ" ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ส่วนความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์เพียงเล็กน้อย ทั้งพบว่า นักเรียนระดับเกรด 6 ทำคะแนนจากการสอบทุกด้านได้ดีกว่านักเรียนระดับเกรด 4

วิลเลียม (William, 1981 : 1605 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณระหว่างการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นจุดศูนย์กลางวิชาประวัติศาสตร์อเมริกา กลุ่มทดลอง 41 คน สอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มควบคุม 43 คน สอนแบบเดิม ทำการสอนมาเป็นเวลา 24 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

พยอม ตันมณี (2524 : 137 - 153) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบความแตกต่างของผล การสอนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษาในรูปแบบเชิงปัญหากับรูปแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษาในรูปแบบเชิงปัญหา จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษา ความคิดวิจารณ์ญาณ และความสามารถในการแก้ปัญหา เพิ่มขึ้นมากกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษารูปแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ . 001 และผู้เรียนที่เรียนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษารูปแบบเชิงปัญหาและรูปแบบทั่วไป จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษา ความคิดวิจารณ์ญาณ และความสามารถในการแก้ปัญหาจากการสอบครั้งหลังเพิ่มขึ้นมากกว่าการสอบครั้งแรก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

วีระ เมืองช้าง (2525 : 49) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์ญาณกับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนจันทร์ประดิษฐารามวิทยาคม จำนวน 193 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ญาณที่ดัดแปลงจากแบบทดสอบของพยอม ตันมณี และแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ผลการวิจัยพบว่า ความคิดวิจารณ์ญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

เบญจมาศ สันประเสริฐ (2533 : 80) ได้ศึกษาผลการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดวิจารณ์ญาณของนักเรียนชั้น ม. 1 พบว่า ความคิดวิจารณ์ญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิไลวรรณ ปิยะปรณ์ (2535 : 173) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณกับการสอนตามคู่มือครูพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ

2.3 งานวิจัยเกี่ยวกับแบบฝึก

รุ่งชิวา สุขดี (2531 : 68) ได้ศึกษาผลการออกแบบการทดลองในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกออกแบบการทดลองกับที่ได้รับการสอนโดยไม่มีการออกแบบการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ละดา ดอนหงษา (2531 : 63) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนโดยเกมฝึกทักษะและโดยแบบฝึกทักษะ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

กันยารัตน์ ฤทธิบำรุง (2531 : 83) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการฝึกอภิปรายแก้ปัญหาพร้อมกันทั้งห้อง เป็นกลุ่มย่อยและ เป็นรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีการฝึกอภิปรายพร้อมกันทั้ง ห้องกับฝึกอภิปรายแก้ปัญหาเป็นกลุ่มย่อยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เบญจมาศ สันประเสริฐ (2533 : 80) ได้ศึกษาผลการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการ ทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการ ทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ความคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการทดลองกับนักเรียนที่ ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก พอสรุปได้ว่าแบบฝึกเป็นสื่อการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย กิจกรรมที่เป็นสถานการณ์ การทดลอง จนถึงการสรุปผล และการเขียนรายงานผลการศึกษา ดังนั้น ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรให้โอกาสแก่นักเรียนได้ปฏิบัติฝึกการคิด และแก้ปัญหาด้วย ตนเองโดยใช้แบบฝึกประกอบการเรียนการสอน

2.4 งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล (2526 : 65 - 72) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยา- ศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินกับไม่มีการประเมินและ เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหญิงและนักเรียนชายภายหลังการฝึก พบว่า ภายหลัง การฝึก ความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกโดยมีการประเมินทุกครั้งและไม่มีการประเมินผล ไม่แตกต่าง และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหญิงและนักเรียนชายไม่แตกต่างกัน

ยงยุทธ สายคง (2527 : 64) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนว ทางและแบบไม่กำหนดแนวทาง ผลการวิจัยพบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม ทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ก่องศักดิ์ ศรีน้อย (2527 : 81 - 83) ได้ศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 3 แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 สอนโดยเน้นคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้น

กันยารัตน์ ฤทธิ์บำรุง (2531 : 83) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการฝึกอภิปรายแก้ปัญหาพร้อมกันทั้งห้อง เป็นกลุ่มย่อยและเป็นรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีการฝึกอภิปรายพร้อมกันทั้งห้องกับฝึกอภิปรายแก้ปัญหาเป็นกลุ่มย่อยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เบญจมาศ สันประเสริฐ (2533 : 80) ได้ศึกษาผลการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดวิจารณ์ญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ความคิดวิจารณ์ญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก พอสรุปได้ว่าแบบฝึกเป็นสื่อการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยกิจกรรมที่เป็นสถานการณ์ การทดลอง จนถึงการสรุปผล และการเขียนรายงานผลการศึกษา ดังนั้นในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรควรให้โอกาสแก่นักเรียนได้ปฏิบัติฝึกการคิด และแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยใช้แบบฝึกประกอบการเรียนการสอน

2.4 งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล (2526 : 65 - 72) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินกับไม่มีการประเมินและเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหญิงและนักเรียนชายภายหลังการฝึก พบว่า ภายหลังการฝึก ความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกโดยมีการประเมินทุกครั้งและไม่มีการประเมินผลไม่แตกต่าง และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหญิงและนักเรียนชายไม่แตกต่างกัน

ยงยุทธ สายคง (2527 : 64) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางและแบบไม่กำหนดแนวทาง ผลการวิจัยพบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ก่องศักดิ์ ศรีน้อย (2527 : 81 - 83) ได้ศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 สอนโดยเน้นคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

ฐาน กลุ่มที่ 2 สอนโดยเน้นคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ กลุ่มที่ 3 สอนตามคู่มือครู ผลการทดลองปรากฏว่านักเรียนกลุ่มที่สอนโดยเน้นคำถามทักษะชั้นบูรณาการมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มที่เน้นคำถามทักษะขั้นพื้นฐาน

ชูจิต ต้นอรณาวิน (2529 : 274 - 275) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับการอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์และการชมรายการวิทยาศาสตร์ทางโทรทัศน์และเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ การอ่านวารสารวิทยาศาสตร์และการชมรายการวิทยาศาสตร์ทางโทรทัศน์ระหว่างนักเรียนหญิงกับนักเรียนชาย ผลการวิจัยพบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพฯ มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับการชมรายการวิทยาศาสตร์ทางโทรทัศน์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิยะดา คงรวมญาติ (2529 : 279 - 280) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีสถานภาพทางด้านเพศ อาชีพ บิดา อาชีพมารดา และฐานะทางเศรษฐกิจครอบครัวแตกต่างกัน พบว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความคิดสร้างสรรค์ในด้านความคล่องในการคิดและความคิดริเริ่มที่เป็นของตนเองโดยเฉพาะไม่แตกต่างกันนักเรียนที่มีฐานะทางเศรษฐกิจของครอบครัวแตกต่างกันมีความคิดสร้างสรรค์ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาไม่แตกต่างกัน และนักเรียนที่บิดา - มารดา ประกอบอาชีพต่างกัน มีความคิดสร้างสรรค์เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาไม่แตกต่างกัน

มารศรี ทองเนตร (2530 : ค - ง) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นโดยเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.1 ม. 2 ม. 3 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง ขนาดเล็ก เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเพศชายและเพศหญิง พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 แตกต่างกัน ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็ก ไม่แตกต่างกัน ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกัน

พัฒนานุสรณ์ สถาพรวงศ์ (2533 : 128 - 142) ได้พัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาโดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่เบสเมอร์ และ เทรฟฟินเจอร์ พัฒนาขึ้นมาวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่าสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในมิติการคิด มโนทัศน์การเพาะความคิด และมโนทัศน์ความสมเหตุสมผลตามศาสตร์ได้

กัมปนาท วัชรนาคม (2534 : ก - ข) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์

ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกัน ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันทางบวก

ชูเกียรติ บุญเกนันทน์ (2534 : ก - ข) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกัน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันทางบวก

คณิง สายแก้ว (2535 : 1 - 2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์โดยใช้กิจกรรมมุ่งเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการจัดประสบการณ์โดยใช้กิจกรรมตามแผนการจัดประสบการณ์ของสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ พบว่าเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์โดยใช้กิจกรรมมุ่งเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์ในด้านความคิดคล่องแคล่ว ความคิดริเริ่มความละเอียดลออสูงกว่าเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์โดยใช้กิจกรรมตามแผนการจัด

สุนีย์ ขวัญศิริ (2536 : 171) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้เทคนิคการวิจัยกับการสอนตามคู่มือครู พบว่าความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุม

งานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถวัดได้หลายวิธีเช่นเดียวกับความคิดสร้างสรรค์ด้านอื่น ๆ แต่วิธีการที่นิยมใช้กันมาก คือ การทำแบบทดสอบ ดังที่ อาร์ รังสินันท์ (2532 ก : 167) กล่าวว่า แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการวัดความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นระบบ ซึ่งอาจใช้ควบคู่กับแบบสำรวจพฤติกรรมหรือแบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ จะยิ่งช่วยให้ได้ข้อมูลใกล้เคียงและถูกต้องตรงกับความเป็นจริงมากขึ้น แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์จะสร้างขึ้นจากผลการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเนื้อหาของแบบทดสอบมีทั้งภาษาและรูปภาพที่ใช้เป็นสื่อเพื่อให้เด็กได้แสดงออกในเชิงความคิดสร้างสรรค์

แบบทดสอบที่นิยมใช้กันมากและเป็นการเริ่มต้นให้มีการศึกษากันอย่างกว้างขวาง คือ

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Guilford และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance (อารี รังสินนท์. 2532 ก : 173)

ดังนั้นการสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะจึงได้เกิดขึ้น แต่การวัดความคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นเรื่องยาก ดังที่ Torrance (ทักษิณี พฤษชลธาร. 2517 : 19 ; อ้างอิงมาจาก Torrance. 1965) กล่าวว่า การแสดงความคิดสร้างสรรค์นั้นไม่จำเป็นต้องถึงขั้นสูงสุด คือการตั้งทฤษฎีใหม่หรือการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ เสมอไป แต่เป็นความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างลึกซึ้ง นอกเหนือไปจากลำดับการคิดอย่างปกติ สามารถคิดได้หลายแง่หลายมุม ผสมผสานกันจนได้ผลผลิตใหม่ที่ต้องการสมบูรณ์กว่า โดยใช้องค์ประกอบร่วมที่สำคัญ 3 ด้าน คือ แรงจูงใจ ความสามารถ และทักษะ ซึ่งผลผลิตทางความคิดสร้างสรรค์อาจเป็นเพียงขั้นใดขั้นหนึ่งใน 5 ขั้น ต่อไปนี้

1. เป็นผลผลิตที่แสดงความคิดริเริ่มอย่างอิสระโดยไม่คำนึงถึงคุณภาพของงาน
2. เป็นผลผลิตที่อาศัยทักษะบางอย่าง
3. ได้สิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่ไม่ซ้ำแบบใคร
4. ได้สิ่งประดิษฐ์โดยปรับปรุงมาจากขั้นที่ 3
5. เป็นผลผลิตที่แสดงผลงานจากความคิดที่เป็นนามธรรมระดับสูงหรือการค้นพบหลักการหรือทฤษฎี

ดังนั้นการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จึงมุ่งพิจารณาผลผลิตของความคิดมากกว่ากระบวนการในการคิด การสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จึงต้องใช้คำถามที่เปิดกว้าง ซึ่งผู้ตอบสามารถคิดหาคำตอบที่ถูกต้องได้หลายคำตอบ สำหรับในประเทศไทยมีการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 9 ฉบับ ดังนี้

1. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สร้างโดยทักษิณี พฤษชลธาร (2517) ซึ่งอาศัยแนวคิดจากแบบทดสอบของ Torrance แบบวัดประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ ดังนี้

1.1 “สมมติว่า” เป็นการกำหนดสถานการณ์ให้ แล้วให้นักเรียนตั้งสมมติฐานว่ามีอะไรเกิดขึ้นเนื่องจากสถานการณ์นั้นบ้าง โดยตั้งคำถามว่า สมมติว่าบนโลกมีหมอกควันหนาแน่นมากจนคนมองเห็นกันแค่ขาเท่านั้นอะไรจะเกิดขึ้น มันจะทำให้ชีวิตบนโลกเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง

1.2 “ทิ้งไข่” เป็นการกำหนดปัญหามาให้ แล้วให้นักเรียนคิดวิธีการแก้ปัญหาโดยตั้งคำถามว่า ให้นักเรียนคิดหาวิธีที่จะทิ้งไข่ดิบ 1 ฟองลงจากตึกสามชั้น โดยที่เมื่อไข่ตกถึงพื้นดิน ไข่ยังไม่แตก นักเรียนใช้อุปกรณ์ใด ๆ มาช่วยก็ได้

1.3 “ปลาทอง” กำหนดอุปกรณ์ให้ แล้วให้นักเรียนคิดวางแผนและออกแบบการทดลอง โดยให้นักเรียนเอาปลาทองไปทดลองด้วยวิธีแปลก ๆ ใหม่ ๆ โดยไม่ให้ปลาทองบาดเจ็บ พิกัด หรือตาย

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ทศนีย์ พฤกษชลธาร นี้ มีความเชื่อมั่นเป็น .748 โดยมีความเชื่อมั่นด้านความคล่องในการคิด .826 ความคิดยืดหยุ่น .517 และความคิดริเริ่ม .294 ข้อสอบมีความตรงเฉพาะหน้าจากผู้เชี่ยวชาญ 10 ใน 12 ท่านที่เห็นว่าสามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ และมีความตรงร่วมสมัยกับแบบทดสอบของ พงษ์ชัย พัฒนผลไพบุลย์ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .281 มีอำนาจจำแนกแต่ละข้อที่นัยสำคัญ .001 โดยแต่ละข้อมีอำนาจจำแนกดังนี้ ข้อ 1 เป็น 5.262 ข้อ 2 เป็น 7.265 ข้อ 3 เป็น 8.106

2. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี สร้างโดย สุมาลิ กาญจนชาติ (2525) ซึ่งใช้แนวคิดพื้นฐานจากขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget และผลการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance มี 3 ข้อ ดังนี้

2.1 “การใช้ประโยชน์” กำหนดที่ดินให้เป็นรูปภาพ แล้วให้นักเรียนคิดว่า จะใช้ประโยชน์จากดินผืนนี้ได้อย่างไรบ้าง โดยให้พยายามคิดเรื่องการใช้น้ำประโยชน์ที่เป็นไปได้แปลก ๆ ใหม่ ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้ เขียนการใช้ประโยชน์ของที่ดินบริเวณต่าง ๆ ในช่องว่างที่กำหนดให้

2.2 “นักประดิษฐ์” กำหนดวัสดุที่ใช้แล้วมาประกอบเป็นเครื่องมือหรือของใช้ที่จะนำไปใช้ด้านต่าง ๆ เช่น การทดลองวิทยาศาสตร์ การใช้สอยในชีวิตประจำวัน โดยพยายามคิดเครื่องมือ หรือ ของใช้ที่แปลก ๆ ใหม่ ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้

2.3 “นักค้นคว้า” กำหนดสถานการณ์ว่านักพฤกษศาสตร์ได้เข้าไปสำรวจพันธุ์ไม้ในป่าที่ยังไม่เคยมีการสำรวจมาก่อน พบพืชชนิดหนึ่ง แต่ในสภาพแวดล้อมและอุณหภูมิที่แตกต่างกัน พืชชนิดนี้จะเจริญเติบโตแตกต่างกันด้วย นักพฤกษศาสตร์ท่านนั้นได้นำต้นกล้า กิ่ง ใบ ผล พร้อมทั้งเมล็ดของต้นไม้ชนิดนี้มาอย่างละ 10 กิโลกรัม แล้วให้นักเรียนคิดวิธีทดลอง เพื่อนำส่วนต่าง ๆ ของพืชนั้นมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ โดยให้พยายามคิดวิธีทดลองที่เป็นไปได้หลาย ๆ แบบ อธิบายวิธีทดลองประกอบอย่างย่อ ๆ นักเรียนจะใช้อุปกรณ์สารเคมี หรือเครื่องมืออื่น ๆ ด้วยก็ได้

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุมาลิ กาญจนชาติ นี้มีความเชื่อมั่น 0.5599 โดยมีความเชื่อมั่นด้านความคล่องในการคิด เป็น .5688 ความคิดยืดหยุ่น เป็น .5589 และความคิดริเริ่ม เป็น .4917 มีความตรงเฉพาะหน้าจากผู้เชี่ยวชาญ 14 ท่าน ร้อยละ 100 มีความตรงร่วมสมัยกับแบบทดสอบของ ทศนีย์ พฤกษชลธาร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 โดยมีสัมประ-สิทธิ์สหสัมพันธ์ .4706 และมีอำนาจจำแนกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 โดยอำนาจจำแนกรายข้อดังนี้ ข้อ 1 เป็น 40.20 ข้อ 2 เป็น 23.93 และ ข้อ 3 เป็น 20.62

3. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สร้างโดย ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ (2527) ซึ่งอาศัยแนวคิดจากแบบทดสอบของ Torrance ประกอบด้วยคำถาม 4 ข้อ ดังนี้

3.1 “นักนิยมไพร” ตั้งคำถามว่า ถ้านักเรียนไปเข้าค่ายพักแรมในป่าเกิดหลงทางในป่าเป็นเวลานาน รู้สึกกระหายน้ำ นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการอย่างไรบ้างที่จะได้ดื่มน้ำแก้กระหาย

3.2 “นักพยากรณ์” ตั้งคำถามว่า ถ้าปริมาณของออกซิเจนบนผิวโลกลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของที่มีอยู่ในปัจจุบัน นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นบ้าง หรือมีผลต่อสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตบนโลกอย่างไร

3.3 “นักเทคโนโลยี” ตั้งคำถามว่า มนุษย์ได้ใช้พลังงานมาเป็นเวลานานประกอบกับประชากรของโลกเพิ่มขึ้น ทำให้เราประสบปัญหาเรื่องพลังงานอย่างมาก นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการใดตัดแปลงหรือใช้สิ่งอื่นใดได้บ้าง เพื่อแก้ปัญหาด้านพลังงานนี้

3.4 “นักทดลอง” ตั้งคำถามว่า ถ้านักเรียนได้รับวัตถุแข็งมาชิ้นหนึ่ง โดยไม่ทราบว่าเป็นอะไร นักเรียนคิดว่าจะนำวัตถุชิ้นนี้มาศึกษาหรือทดลองอย่างไรบ้าง

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ นี้ มีความเชื่อมั่น 0.6923 โดยมีความคล่องในการคิด เป็น .7091 ความคิดยืดหยุ่น เป็น .5643 และความคิดริเริ่ม เป็น .4703 และมีอำนาจจำแนกทั้งฉบับ เป็น 33.5119 โดยมีอำนาจจำแนกแต่ละข้อ ดังนี้ ข้อ 1 เป็น 16.2914 ข้อ 2 เป็น 17.3387 ข้อ 3 เป็น 16.9398 และข้อ 4 เป็น 12.7306

4. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สร้างโดย อุดร จันทรสร้าง (2527) ซึ่งอาศัยแนวการสร้างตาม Torrance มี 3 ข้อดังนี้

4.1 “สมมติว่า” สมมติเหตุการณ์อย่างหนึ่ง ให้นักเรียนคาดคะเนว่าจะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไรบ้าง ถ้าเหตุการณ์นั้นเกิดขึ้นจริง ๆ โดยตั้งคำถามว่าสมมติอุณหภูมิจนเฉลี่ยในประเทศไทยลดลงเหลือ 2 องศาเซลเซียส นักเรียนคิดว่าจะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตอย่างไร

4.2 “การใช้ประโยชน์” กำหนดพืชชนิดหนึ่ง ให้นักเรียนบอกประโยชน์ของพืชนั้นโดยตั้งคำถามว่า ในฐานะนักเรียนอยู่ในจังหวัดที่มีต้นยางพาราอยู่มาก นักเรียนคิดว่าเราจะสามารถใช้ประโยชน์จากต้นยางพาราได้อย่างไรบ้าง ซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์จากส่วนต่างๆของต้นยางพาราหรือประโยชน์อื่น ๆ จากต้นยางพารา

4.3 “ดัดแปลงเพิ่มเติม” กำหนดยานพาหนะชนิดหนึ่ง ให้นักเรียนคิดดัดแปลงและคิดหาอุปกรณ์ประกอบเพิ่มเติม โดยตั้งคำถามจากภาพวาดรูปเรือว่า จากภาพเรือลำนี้เจ้าของเรือได้มอบหมายให้นายช่างต่อเรือคิดดัดแปลงลักษณะ หรือเพิ่มเติมส่วนประกอบของเรืออย่างไรก็ได้ที่ทันสมัย โดยไม่ต้องกังวลเรื่องราคา ในการดัดแปลงหรือเพิ่มเติมจะใช้อุปกรณ์ใดมาเพิ่มเติมก็ได้

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ อุดร จันทรสร้าง นี้ มีความเชื่อมั่น 0.5823 โดยมีความคล่องในการคิด เป็น .5923 ความคิดยืดหยุ่น เป็น .5547 และความคิดริเริ่ม เป็น .4968 และมีอำนาจจำแนกทั้งฉบับ เป็น 40.36 โดยมีอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ ดังนี้ ข้อ 1 เป็น 12.86 ข้อ 2 เป็น 19.79 และข้อ 3 เป็น 17.42

5. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สร้างโดย ชูจิต ตันอรธนาวัน (2527) ซึ่งศึกษาแนวการสร้างจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ทศนีย์ พุทธิษชลธาร ประกอบด้วยคำถาม 4 ข้อ ดังนี้

5.1 ให้นักเรียนบอกสิ่งที่เหมือนกันระหว่างเกลือกกับน้ำตาลมาให้มากที่สุดเท่าที่นักเรียนจะคิดได้

5.2 ในเวลากลางคืน ถ้าคนบนโลกไม่เห็นดวงจันทร์เลย นักเรียนคิดว่าปรากฏการณ์นี้จะเกิดจากสาเหตุใดบ้าง

5.3 ถ้านักเรียนจับแมลงวันได้ตัวหนึ่ง นักเรียนจะนำแมลงวันตัวนั้นไปทำการทดลองในเรื่องใดบ้าง อธิบายการทดลองมาด้วย

5.4 นักเรียนคิดว่า ในอีก 100 ปีข้างหน้า มนุษย์จะใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปคิดประดิษฐ์เครื่องมือใช้อะไรได้บ้าง จงบอกรายละเอียดของเครื่องมือที่จะทำได้

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ชูจิต ดันอรธนาวิน นี้ มีความเชื่อมั่น 0.644 มีความตรงร่วมสมัยกับแบบทดสอบของ ทศนีย์ พงกษชลธาร โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .572 มีอำนาจจำแนกที่ระดับนัยสำคัญ .01 ทุกข้อ และมีอำนาจจำแนกรายข้อดังนี้ ข้อ 1 เป็น 5.351 ข้อ 2 เป็น 4.694 ข้อ 3 เป็น 5.128 และข้อ 4 เป็น 5.030

6. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ของ สุภาณี ลีละวัฒนากุล (2531) ซึ่งศึกษาแนวการสร้างจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุมาลี กาญจนชาติรี ประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ ดังนี้

6.1 “นักคิดค้น” ตั้งคำถามว่า ให้นักเรียนคิดหาวิธีการที่จะทราบความสูงของตึกเรียน (ใช้อุปกรณ์อื่นช่วยได้)

6.2 “นักทดลอง” ตั้งคำถามว่า ถ้านักเรียนเป็นนักทดลองและคิดว่าสามารถที่จะนำอากาศที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา (ซึ่งประกอบด้วยก๊าซชนิดต่าง ๆ) ไปใช้ประโยชน์ทางด้าน วิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรม เทคโนโลยี และอื่น ๆ นักเรียนจะนำเอาอากาศไปทดลองเกี่ยวกับเรื่องอะไรได้บ้าง พร้อมทั้งออกแบบการทดลอง ที่คิดว่าเป็นไปได้อย่างมีเหตุผล

6.3 “สมมติว่า” ตั้งคำถามว่า ถ้าอุณหภูมิของโลกสูงเป็น 2 เท่า ของอุณหภูมิที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน จะมีสาเหตุมาจากอะไรแล้วมีผลทำให้สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมบนโลกเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุภาณี ลีละวัฒนากุล นี้ ไม่ได้หาอำนาจจำแนก มีแต่ค่าความเชื่อมั่น .6088

7. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ชาติชัย วิโรจนะ (2531) เป็นแบบวัดที่ใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วย คำถาม 3 ข้อ ดังนี้

7.1 “สมมติ” เหตุการณ์ข้างล่างนี้เป็นเหตุการณ์ที่ยังไม่เกิดขึ้นและสมมติว่ามันเกิดขึ้น ให้นักเรียนคิดว่าเหตุการณ์นี้เป็นจริง แล้วให้พิจารณาว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นบ้างเนื่องจากเหตุการณ์นั้น ให้พยายามคิดหรือคาดคะเนโดยมีเหตุผลประกอบให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เหตุการณ์ที่สมมติขึ้นมามีว่า “ถ้าในระบบสุริยจักรวาลมีดวงอาทิตย์เพิ่มขึ้นอีก 1 ดวง ซึ่งเปลี่ยนมาจากดาวเคราะห์ดวงหนึ่งใน

ระบบสุริยจักรวาล นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นบ้าง มันจะทำให้โลกและชีวิตเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง”

7.2 “ออกแบบการทดลอง” โดยกำหนดสถานการณ์ว่า “นักเรียนมีลูกฟุตบอลพลาสติกอยู่ 1 ลูก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร” นักเรียนจะนำมาใช้ในการทดลองเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างไรบ้าง และมีวิธีการทดลองอย่างไร จงอธิบายให้เข้าใจ

7.3 “การตั้งคำถาม” โดยกำหนดรูปภาพให้ จากภาพให้นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับภาพให้มากที่สุด พร้อมทั้งคาดคะเนในสิ่งที่จะเกิดขึ้นและเป็นคำตอบของคำถาม (คำถามใดไม่สามารถคาดคะเนคำตอบได้ถือว่าคำถามนั้นไม่เป็นไปตามเงื่อนไขของแบบทดสอบ)

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ขาดิษฐ์ วิโรจน์ะ นี้ มีความเชื่อมั่น 0.53 และไม่ได้หาอำนาจจำแนก

8. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุชีพ ตรีประเคน (2532) เป็นแบบวัดที่ใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ซึ่งประกอบด้วยคำถาม 4 ข้อ ดังนี้

8.1 กำหนดภาพให้ดังนี้ ลูกเหล็กเมื่อโยนลงในน้ำจะจมน้ำทันที นักเรียนมีวิธีการใดบ้างที่จะให้ลูกเหล็กนี้ลอยน้ำ หรืออาจจะจมแต่ไม่ถึงพื้นข้างล่างได้ ให้นักเรียนคิดหาวิธีการให้มากที่สุด

8.2 กำหนดภาพให้แล้วตั้งคำถามว่า นักเรียนจะมีวิธีการใดบ้างที่จะทำให้รถไม้คันนี้แล่นช้ากว่าเดิม คือใช้เวลาในการเล่นมากขึ้น โดยปกติแล้วรถคันนี้แล่นบนพื้นเอียงที่เป็นพื้นไม้อัดนี้จากข้างบนลงสู่ข้างล่างใช้เวลา 1 วินาที ซึ่งนับว่าเร็วมาก ให้นักเรียนคิดหาวิธีให้ได้มากที่สุด

8.3 กำหนดภาพให้แล้วตั้งคำถามว่า ต้องออกไปเล่นบิงปองที่สนามหน้าบ้านกับเพื่อน ๆ ต้องตีลูกบิงปอง लेकरเดินไปหล่นลงในหลุมที่น้องชายขุดไว้ หลุมนั้นทั้งเล็กและลึกแถมยังโค้งอีก ต้องยื่นมือลงไปสุดแขนก็เพิ่งถึงครึ่งทางเอง ให้นักเรียนหาทางเอาลูกบิงปองออกจากหลุมให้ได้ โดยพยายามคิดหาแนวทางต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุด

8.4 ตั้งคำถามว่า ถ้าน้ำท่วมโลก โดยท่วมถึงเอว จะมีเหตุการณ์ใดเกิดขึ้นบ้าง ให้นักเรียนคาดคะเนเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นมาให้มากที่สุดพร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบในแต่ละเหตุการณ์ที่คาดคะเน

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของสุชีพ ตรีประเคน นี้ มีความตรงเฉพาะหน้าจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ร้อยละ 100 และมีค่าความเชื่อมั่น .7752 ไม่มีการหาค่าอำนาจจำแนก

9. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ศรีมกา เจริญยศ (2533) เป็นแบบวัดที่ใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยคำถาม 2 ข้อ ดังนี้

9.1 “การใช้ประโยชน์” โดยกำหนดรูปภาพกองขยะให้ มีชื่อเรียกว่า “กองขยะใกล้บ้าน” และมีคำชี้แจงว่าจากภาพถ้าบ้านนักเรียนอยู่ในสภาพเช่นนี้และนักเรียนเป็นผู้ที่เรียนวิทยาศาสตร์มาแล้วนักเรียนสามารถนำขยะนี้ไปใช้ประโยชน์ในด้านใดได้บ้างให้นักเรียนบอกประโยชน์ของขยะมาให้มากที่สุด

9.2 “สมมติว่า” โดยมีข้อความว่า “น้ำเป็นตัวทำลายสารต่าง ๆ ได้ดี ถ้าน้ำไม่สามารถ

ละลายสารต่าง ๆ ได้ จะเกิดปรากฏการณ์อะไรขึ้นกับสิ่งมีชีวิต" จากข้อความที่ให้นักเรียนเขียนคำตอบมาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ พร้อมด้วยเหตุผลประกอบ

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ศรีมกา เจริญศ นี มีค่าความเชื่อมั่น 0.57 โดยมีความคล่องในการคิด .61 ความคิดยืดหยุ่น .57 และความคิดริเริ่ม .55 แบบวัดนี้ไม่มีการหาความตรงเฉพาะหน้า และอำนาจจำแนก

จากการศึกษาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยมีความสนใจแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุมาลิ กาญจนชาติรี เพราะการวัดสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผู้วิจัยศึกษาโดยนำมาวัดเพื่อแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.5 งานวิจัยเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์

พรรณา หิมารัตน์ (2527 : 51 - 58) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม จำนวน 90 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน ให้นักเรียนทำกิจกรรมดังนี้

กลุ่มที่ 1 ศึกษาชุดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การทำโครงการวิทยาศาสตร์

กลุ่มที่ 2 ศึกษาชุดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

กลุ่มที่ 3 ศึกษาชุดการเรียนรู้ของกลุ่ม 1 และ 2 แต่ไม่ต้องทำโครงการและอุปกรณ์

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน นักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์และทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามชุดการเรียนรู้ เมื่อแยกส่วนประกอบของความคิดสร้างสรรค์ด้านต่าง ๆ พบว่า ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์และทำอุปกรณ์ไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความคิดริเริ่มสูงกว่ากลุ่มที่เรียนชุดการสอน ด้านความคล่องในการคิด พบว่า ทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ประภาพร สุวรรณรัตน์ (2533 : 82) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างโครงการวิทยาศาสตร์และบุคลิกของนักวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ กับโดยครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า

1. ความสามารถในการสร้างโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์กับครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. บุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์กับครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปรีชา กันตตรง (2534 : 74 - 78) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูผลการวิจัยพบว่า

1. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบแต่ละด้านของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เพียงด้านเดียวคือ ด้านความคล่องในการคิด ส่วนอีกสองด้านคือ ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์และความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กมล เพ็ญพุ่ม (2534 : 87) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่าครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำ โครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่าครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ลัดดา สายพานทอง (2535 : 277) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นว่าการคิดนอกกรอบ และการคิด

วิจารณ์ญาณสามารถฝึกฝนให้กับนักเรียนได้ การคิดนอกกรอบเป็นส่วนหนึ่งของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดนอกกรอบเป็นกระบวนการและวิธีการคิดที่จะนำไปสู่ผลของการคิด คือ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยการวัดจากผลงานเป็นแบบการวัดที่แยกเป็น ด้านมิติ และด้านมโนทัศน์ ที่น่าจะนำมาประเมินการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในส่วนของโครงการ และ สิ่งประดิษฐ์ ได้

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากโครงการซึ่งเป็นผลงานของนักเรียน กลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ มีคุณภาพสูงกว่าผลงานของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.
2. ความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากสิ่งประดิษฐ์ซึ่งเป็นผลงานของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ มีคุณภาพสูงกว่าผลงานของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรทั่วไป

ประชากรทั่วไปที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เลือกเรียนวิชาเลือกเสรี ว 017 โครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต

2. ประชากรเป้าหมาย

ประชากรเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพระแม่มาริสาธุประดิษฐ์ เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร ที่เลือกเรียนวิชาเลือกเสรี ว 017 โครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 จำนวน 4 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งสิ้น 142 คน

3. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เลือกเรียนวิชาเลือกเสรี ว 017 โครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 48 คน จากนักเรียนทั้งหมด 142 คน จากนั้นทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และใช้คะแนนดังกล่าวจับคู่ แยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 24 คน

ตาราง 2 แสดงจำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ชื่อกลุ่ม	จำนวนนักเรียน (คน)
ควบคุม	24
ทดลอง	24

4. การกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มควบคุม เป็นกลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

กลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ

ตาราง 3 แสดงการสอนในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

การสอน กลุ่ม	เนื้อหา	การสอน	ผลงานนักเรียน
กลุ่มทดลอง	ว 017 โครงงาน วิทยาศาสตร์กับ คุณภาพชีวิต	ฝึกการคิดนอกกรอบ ผสมผสานด้วยการคิด วิจารณ์	โครงการ สิ่งประดิษฐ์
กลุ่มควบคุม	ว 017 โครงงาน วิทยาศาสตร์กับ คุณภาพชีวิต	ทำกิจกรรมตามแบบฝึก กิจกรรมโครงงาน วิทยาศาสตร์	โครงการ สิ่งประดิษฐ์

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาครั้งนี้กระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 จำนวนกลุ่มละ 10 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 วัน วันละ 2 คาบต่อเนื่อง คาบละ 50 นาที รวม 20 คาบต่อกลุ่ม

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อเรื่องแบบฝึกกิจกรรมวิชาวิทยาศาสตร์ ว 017 โครงงานวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต ตามหลักสูตรขั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

- กิจกรรมที่ 1 สืบหาและเลือกเรื่องที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์
- กิจกรรมที่ 2 วิเคราะห์โครงงานวิทยาศาสตร์
- กิจกรรมที่ 3 ระบุปัญหาหรือเรื่องที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์
- กิจกรรมที่ 4 ศึกษาเอกสารหรือแหล่งข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานวิทยาศาสตร์
- กิจกรรมที่ 5 ออกแบบการทดลองและวางแผนดำเนินการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
- กิจกรรมที่ 6 เขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์
- กิจกรรมที่ 7 ลงมือทำโครงงานวิทยาศาสตร์

แบบแผนการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ แบบการวิจัยเป็นการทดลองแบบกลุ่มควบคุมแบบสุ่มและมีการทดสอบ ก่อนและหลังการทดลอง (Randomized Pretest - Posttest Control Group Design) ตามแผนภาพดังนี้

สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
R (Op)	X	O ₁
R (Op)	–	O ₂

R คือการสุ่มเข้าเป็นกลุ่มทดลองหรือกลุ่มควบคุม

X คือการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์

(Op) คือการทดสอบก่อนการทดลองโดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

O₁ คือการวัดความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในกลุ่มทดลองโดยประเมินจากโครงการและสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นผลงานของนักเรียน

O₂ คือการวัดความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในกลุ่มควบคุมโดยประเมินจากโครงการและสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นผลงานของนักเรียน

ขั้นตอนการทดลอง

1. ทดสอบกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และใช้คะแนนดังกล่าวมาเข้าคู่เพื่อแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. แนะนำวิธีการและบทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน
3. ดำเนินการทดลองสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้ง 2 กลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกันคือ กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ใช้ระยะเวลาการสอนแต่ละกลุ่มเท่ากันคือ สัปดาห์ละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที รวมทั้งสิ้นกลุ่มละ 20 คาบ โดยใช้วิธีการสอนต่างกันดังนี้

กลุ่มทดลอง สอนโดยใช้แบบฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์
กลุ่มควบคุม สอนตามแนวการสอนของ สสวท.

4. เมื่อสิ้นสุดการทดลองตามเวลาที่กำหนดแล้ว ใช้แบบประเมินความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ประเมิน โครงการ และ สิ่งประดิษฐ์ ที่นักเรียนทำขึ้น

5. นำโครงการและแบบรายงานความคิด สิ่งประดิษฐ์และแบบบันทึกกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ไปให้ผู้ประเมิน (เป็นครูวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการคัดเลือก) จำนวน 3 คนประเมินโดยใช้แบบประเมินความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต ว 017
 - 1.1 แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ
 - 1.2 แผนการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.
2. แบบฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ
3. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
4. แบบประเมินความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
 - 4.1 แบบประเมินความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของโครงการ
 - 4.2 แบบประเมินความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของสิ่งประดิษฐ์
5. แบบตรวจสอบกระบวนการคิดและการทำงาน
 - 5.1 แบบรายงานกระบวนการคิด
 - 5.2 แบบบันทึกกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าครั้งนี้ ตามลำดับดังนี้

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ
 - 1.1 ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ จากหนังสือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533)
 - 1.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อเรื่องจากแนวการสอนวิชา ว 017 โครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต
 - 1.3 ศึกษาเกี่ยวกับการสอนการคิดนอกกรอบและการสอนการคิดวิจารณ์ญาณ
 - 1.4 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ของกิจกรรม จากแนวการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 017 โครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต เนื้อหากิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ กิจกรรมที่ 1-8
 - 1.5 สร้างแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์การฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ จำนวน 10 แผนการสอน 20 คาบ ประกอบด้วย
 - 1.5.1 ความคิดรวบยอด
 - 1.5.2 จุดประสงค์ ได้แก่

1.5.2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.5.2.2 จุดประสงค์ของกิจกรรม

1.5.3 กิจกรรมการเรียนการสอน ดำเนินการดังนี้

1.5.3.1 แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการ คิดวิจารณ์ญาณ มีดังนี้

- แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการสร้างสรรค์ทางเลือก
และการตระหนักและมองเห็นปัญหา
- แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการตรวจสอบสมมติฐาน
และการตั้งสมมติฐาน
- แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการประชุมระดมความคิด
และการอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม
- แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการหาจุดรับรู้แรกพื้นที่รับรู้
และปฏิบัติการทดลอง
- แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการกระตุ้นส้อมและการคิด
หาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
- แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการย่อความ การผันความ
และการสรุปผลการเรียนรู้

แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณแต่ละ
แบบมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้

1. ขั้นตอนอภิปรายก่อนการทำกิจกรรม

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสำคัญของการคิดนอกกรอบและการคิด
วิจารณ์ญาณ

2. ขั้นตอนปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนฝึกทำกิจกรรมตามตัวอย่าง ทำแบบฝึกหัด

3. ขั้นตอนอภิปรายหลังการทำกิจกรรม

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลของการฝึก

3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

3.3 นักเรียนฝึกคิดหัวเรื่องและเขียนโครงการ

ตาราง 4 เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การฝึกการคิด
นอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

การฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสาน ด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ	การสอนตามแนวการสอนของ สสวท.
1. บัณฑิตก่อนการทำกิจกรรม 1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสำคัญของการคิดนอกกรอบและการคิดวิจารณ์ญาณ 1.2 นักเรียนศึกษาเนื้อหาและสถานการณ์จากกิจกรรมการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ 2. บัณฑิตปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ 3. บัณฑิตปลายหลังการทำกิจกรรม 3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลของการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณเพื่อสรุปเป็นแนวคิดใหม่ 3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ 3.3 นักเรียนฝึกคิดหัวเรื่องและเขียนโครงการ	1. บัณฑิตก่อนการทำกิจกรรม 1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีปฏิบัติกิจกรรม 1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงข้อควรระวังและข้อผิดพลาดที่เกิดจากการทำกิจกรรม 2. บัณฑิตปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามวิธีการในแบบฝึกกิจกรรม 3. บัณฑิตปลายหลังการทำกิจกรรม 3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลของการทำกิจกรรมเพื่อสรุปเป็นแนวคิด 3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของการศึกษาค้นคว้าที่จะนำไปใช้ในการทำโครงงาน

ตาราง 5 แสดงการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ เปรียบเทียบกับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

สัปดาห์ที่	การฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสาน ด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ (2 คาบ/สัปดาห์)	การสอนตามแนวการสอนของ สสวท. (2 คาบ/สัปดาห์)
1	ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
2	แบบฝึกกิจกรรมการสร้างสรรค์ ทางเลือกและการตระหนักและมองเห็นปัญหา	กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ กิจกรรมที่ 1 สืบค้นและเลือกเรื่องที่ จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์
3	แบบฝึกการตรวจสอบสมมติฐานและการตั้งสมมติฐาน	กิจกรรมที่ 2 วิเคราะห์โครงงาน วิทยาศาสตร์

ตาราง 5 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	การฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสาน ด้วยการคิดวิจารณ์ (2 คาบ/สัปดาห์)	การสอนตามแนวการสอนของ สสวท. (2 คาบ/สัปดาห์)
4	แบบฝึกการประชุมระดมความคิดและการอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม	กิจกรรมที่ 3 ระบุปัญหาที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์
5	แบบฝึกการหาจุดรับรู้แรกพื้นที่รับรู้และปฏิบัติการทดลอง	กิจกรรมที่ 4 ศึกษาเอกสารแหล่งหรือข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานวิทยาศาสตร์
6	แบบฝึกการกระตุ้นสู่และการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์	กิจกรรมที่ 5 ออกแบบการทดลองและวางแผนดำเนินการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
7	แบบฝึกการย่อยความ การผันความ และการสรุปผลการเรียนรู้	กิจกรรมที่ 6 การเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์
8	เสนอโครงการ	เสนอโครงการ
9 - 11	ทำสิ่งประดิษฐ์	กิจกรรมที่ 7 ลงมือทำโครงงานวิทยาศาสตร์ (ทำสิ่งประดิษฐ์)
12	ประเมินผลโดยใช้แบบประเมินความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของโครงการและสิ่งประดิษฐ์	ประเมินผลโดยใช้แบบประเมินความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของโครงการและสิ่งประดิษฐ์

2. แบบฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้และขอบเขตเนื้อหาจากหนังสือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533) เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดขั้นตอนในการสร้างแบบฝึก

2.2 ศึกษาเนื้อหาจากแบบฝึกกิจกรรมวิชาวิทยาศาสตร์ ว 017 โครงงานวิทยาศาสตร์ กับคุณภาพชีวิต เพื่อกำหนดความคิดรวบยอด จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ของกิจกรรม เนื้อหาลงในแบบฝึก

2.3 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนการคิดนอกกรอบและการคิดวิจารณ์เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดขั้นตอนของแบบฝึก

2.4 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับแบบฝึกและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดโครงสร้างของแบบฝึก

2.5 ดำเนินการสร้างแบบฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์

2.6 นำแบบฝึกไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจ และเสนอคณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตรตรวจแก้ไข

2.7 นำไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพระแม่มาลีสาธิตประดิษฐ์ ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง นำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไข

3. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี สร้างโดยสุมาลี กาญจนชาติ (2525) ซึ่งใช้แนวคิดพื้นฐานจากขั้นพัฒนาการของ Piaget และผลการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance มี 3 ข้อคือ

1. "การใช้ประโยชน์"
2. "นักประดิษฐ์"
3. "นักค้นคว้า"

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุมาลี กาญจนชาติ มีความเชื่อมั่น 0.5599 โดยมีความเชื่อมั่นด้านความคล่องในการคิดเป็น 0.5688 ความคิดยืดหยุ่นเป็น 0.5589 และความคิด ริเริ่มเป็น 0.4917 มีความตรงเฉพาะหน้าจากผู้เชี่ยวชาญ 14 ท่าน ร้อยละ 100 มีความตรงร่วมสมัย กับแบบทดสอบของทักษิณี พฤกษชลธาร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 โดยมีสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ .4706 และมีอำนาจจำแนกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 โดยมีอำนาจจำแนกรายข้อเป็น ข้อ 1 เป็น 40.20 ข้อ 2 เป็น 23.93 ข้อ 3 เป็น 20.62

4. แบบประเมินความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

สร้างแบบประเมินความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของโครงการและสิ่งประดิษฐ์ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการประเมินภาคปฏิบัติ
2. ศึกษาเอกสารการประเมินโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของ สสวท.
3. ศึกษางานวิจัยของ พัฒนานุสรณ์ สถาพรวงศ์ (2532 : 173 - 178) เกี่ยวกับแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยการประเมินจากผลงาน เพื่อกำหนดรูปแบบของการประเมินโครงสร้างของคำถาม และเกณฑ์การให้คะแนน
4. สร้างแบบประเมิน 1 ชุด ประกอบด้วย แบบประเมินและคู่มือในการประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบบตัวเลข ให้ค่าตัวเลข 3 ระดับ
5. นำแบบประเมินที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์พงษ์ชัย ศรีพันธุ์ อาจารย์เจลิ๋ว ผดุงวงศ์ อาจารย์ต้นหยง อิ่มมาก ตรวจสอบแล้วนำมาปรับปรุง
6. นำแบบประเมินไปให้ครูวิทยาศาสตร์ที่มีความสามารถในการตัดสินโครงงานวิทยาศาสตร์ทดลองประเมิน โครงการ และสิ่งประดิษฐ์ ซึ่งเป็นผลงานของนักเรียนนำมาปรับปรุงแก้ไข
7. นำแบบประเมินไปหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้ผู้ประเมิน 3 คน แล้วนำผลการประเมินไปหาค่าความเชื่อมั่น โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product - Moment

Correlation) ได้ค่าความเชื่อมั่นแบบประเมินความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากโครงการ 0.96 ได้ค่าความเชื่อมั่นแบบประเมินความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากสิ่งประดิษฐ์ 0.92

5. แบบตรวจสอบกระบวนการคิดและการทำงาน

ใช้แบบรายงานกระบวนการคิด และแบบบันทึกกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของพัฒนานุสรณ์ สถาพรวงศ์ (2532 : 89 - 91)

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้กระทำโดยใช้วิธีการทางสถิติกล่าวคือ

1. ใช้สถิติพรรณนาเพื่อคำนวณค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และ ค่าความแปรปรวน
2. ใช้สถิติอนุมานเพื่อทดสอบสมมติฐานโดยการทดสอบค่า t (t - test) แบบข้อมูลเป็นอิสระต่อกัน (t - Independent) กรณี Pooled Variance เพื่อเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมที่ระดับนัยสำคัญ .05

การคำนวณค่าสถิติจะกระทำโดยใช้คอมพิวเตอร์

1. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากการประเมินของผู้ประเมิน 2 ท่านโดยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product - Moment Correlation)

$$r_{xx} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ r_{xx} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
 X แทน ค่าคะแนนของผู้ประเมินคนที่ 1
 Y แทน ค่าคะแนนของผู้ประเมินคนที่ 2

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 สถิติพื้นฐาน

2.1.1 หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 145)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย
 ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 N แทน นักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2.1.2 หาค่าความแปรปรวนของคะแนน (S^2) คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์.

2531 : 151)

$$S^2 = \frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน
 ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
 X แทน คะแนนแต่ละตัว

2.2 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

ใช้ t - test แบบข้อมูลเป็นอิสระต่อกัน (t - Independent) ทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวกลางเลขคณิต (Mean) ทั้งสองกลุ่ม ซึ่งใช้ t - test แบบ Pooled Variance

$$\text{สูตร } t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

$$\text{เมื่อ } S_p^2 = \frac{(n_1 - 1) S_1^2 + (n_2 - 1) S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

$\bar{X}_1$	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มทดลอง
$\bar{X}_2$	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มควบคุม
S_p^2	หมายถึง	ความแปรปรวนร่วมกันของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
n_1	หมายถึง	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
n_2	หมายถึง	จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม
S_1^2	หมายถึง	ความแปรปรวนในกลุ่มทดลอง
S_2^2	หมายถึง	ความแปรปรวนในกลุ่มควบคุม

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ไว้ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนน
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาการแจกแจงแบบที (t - distributions)
df	แทน	ขั้นแห่งความเป็นอิสระ
*	แทน	แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
**	แทน	แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล จะกระทำตามลำดับดังต่อไปนี้

1. การเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของโครงการ ด้านนวัตภาพ
2. การเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของโครงการ ด้านการเพาะความคิด
3. การเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้านความเหมาะสมในการแก้ปัญหา
4. การเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้านความเพียงพอในการแก้ปัญหา
5. การเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้านความสมเหตุตามศาสตร์
6. การเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้านการใช้ประโยชน์
7. การเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้านความสมบูรณ์
8. การเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้านการสื่อความหมายให้คนอื่นเข้าใจ

1. การเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของโครงการ

การเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของโครงการ ซึ่งเป็นผลงานของนักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ได้ผลดังตาราง 6, 7

1.1 การเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของโครงการ นวภาพ

ตาราง 6) แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของโครงการ ด้านนวภาพ ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบ ผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S^2	t คำนวณ	ผลการเปรียบเทียบ
การฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ	24	2.26	0.23	2.86**	แตกต่าง (ที่ระดับ .01)
การสอนตามแนวการสอนของ สสวท.	24	1.83	0.33		

$$t_{วิกฤต} (.05, df = 46) = 2.02$$

$$(.01 \quad df = 46) = 2.70$$

จากตารางแสดงว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. มีความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของโครงการ ด้านนวภาพ แตกต่างกัน (ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01) นั่นคือ โครงการด้านนวภาพ ซึ่งเป็นผลงานของนักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ มี คุณภาพสูงกว่า การสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

1.2 การเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของโครงการ ด้านการเพาะความคิด

ตาราง 7 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของโครงการ ด้านการเพาะความคิด ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบ ผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S^2	t คำนวณ	ผลการเปรียบเทียบ
การฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ	24	2.13	0.31	2.40*	แตกต่าง (ที่ระดับ .05)
การสอนตามแนวการสอนของ สสวท.	24	1.77	0.29		

$$t_{วิกฤต}^{*} (.05, df = 46) = 2.02$$

$$(.01 \quad df = 46) = 2.70$$

จากตารางแสดงว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. มีความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของโครงการ ด้าน การเพาะความคิด แตกต่างกัน (ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05) นั่นคือ โครงการด้านการเพาะความคิด ซึ่งเป็นผลงานของนักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ มี คุณภาพสูงกว่า การสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. การเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์

การเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ซึ่งเป็นผลงานของนักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 8, 9, 10, 11, 12, 13

2.1 การเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้านความเหมาะสมในการแก้ปัญหา

ตาราง 8 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้าน ความเหมาะสมในการแก้ปัญหา ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S^2	t คำนวณ	ผลการเปรียบเทียบ
การฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ	24	2.56	0.16	4.60**	แตกต่าง (ที่ระดับ .01)
การสอนตามแนวการสอนของ สสวท.	24	2.10	0.13		

$$t_{วิกฤต}^* \quad (.05, df = 46) = 2.02$$

$$(.01 \quad df = 46) = 2.70$$

จากตารางแสดงว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิด
วิจารณ์ญาณกับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. มีความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้าน ความเหมาะสมในการแก้ปัญหา แตกต่าง
กัน (ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01) นั่นคือ สิ่งประดิษฐ์ (ด้านความเหมาะสมในการแก้ปัญหา) ซึ่ง
เป็นผลงานของนักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ มีคุณภาพ
สูงกว่า การสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

2.2 การเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้าน ความเพียงพอในการแก้ปัญหา

ตาราง 9 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจาก
คุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้าน ความเพียงพอในการแก้ปัญหา ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึก
การคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวการสอน
ของ สสวท.

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S^2	t คำนวณ	ผลการเปรียบเทียบ
การฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วย การคิดวิจารณ์ญาณ	24	2.34	0.28	2.07*	แตกต่าง (ที่ระดับ .05)
การสอนตามแนวการสอนของ สสวท.	24	2.07	0.13		

$$t_{วิกฤต}^* \quad (.05, df = 46) = 2.02$$

$$(.01 \quad df = 46) = 2.70$$

จากตารางแสดงว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการ
คิดวิจารณ์ญาณกับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. มีความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้าน ความเพียงพอในการแก้ปัญหา แตกต่าง
กัน (ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05) นั่นคือ สิ่งประดิษฐ์ (ด้านความเพียงพอในการแก้ปัญหา) ซึ่งเป็น
ผลงานของนักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณมีคุณภาพสูงกว่า
การสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

2.3 การเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้านความสมเหตุสมผลตามศาสตร์

ตาราง 10 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้าน ความสมเหตุสมผลตามศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S^2	t คำนวณ	ผลการเปรียบเทียบ
การฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ	24	2.52	0.15	3.30**	แตกต่าง (ที่ระดับ .01)
การสอนตามแนวการสอนของ สสวท.	24	2.19	0.11		

$$t_{วิกฤต} (.05, df = 46) = 2.02$$

$$(.01 \quad df = 46) = 2.70$$

จากตารางแสดงว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. มีความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้าน ความสมเหตุสมผลตามศาสตร์ แตกต่างกัน (ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01) นั่นคือ สิ่งประดิษฐ์ (ด้านความสมเหตุสมผลตามศาสตร์) ซึ่งเป็นผลงานของนักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ มีคุณภาพสูงกว่า การสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

2.4 การเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้านการใช้ประโยชน์

ตาราง 11 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้าน การใช้ประโยชน์ ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S^2	t คำนวณ	ผลการเปรียบเทียบ
การฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ	24	2.54	0.17	3.77**	แตกต่าง (ที่ระดับ .01)
การสอนตามแนวการสอนของ สสวท.	24	2.20	0.07		

$$t_{วิกฤต}^{*} \quad (.05, df = 46) = 2.02$$

$$(.01 \quad df = 46) = 2.70$$

จากตารางแสดงว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิด
 วิจัยรณญาณกับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. มีความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทาง
 วิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้าน การใช้ประโยชน์ แตกต่างกัน (ที่ระดับ
 นัยสำคัญทางสถิติ .01) นั่นคือ สิ่งประดิษฐ์ (ด้านการใช้ประโยชน์) ซึ่งเป็นผลงานของนักเรียนที่ได้รับ
 การฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจัยรณญาณ มี คุณภาพสูงกว่า การสอนตามแนว
 การสอนของ สสวท. ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

2.5 การเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพ
 ของสิ่งประดิษฐ์ ด้าน ความสมบูรณ์ของผลงาน

ตาราง 12 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจาก
 คุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้าน ความสมบูรณ์ของผลงาน ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิด
 นอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจัยรณญาณกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S^2	t คำนวณ	ผลการเปรียบเทียบ
การฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วย การคิดวิจัยรณญาณ	24	2.62	0.13	3.66**	แตกต่างกัน (ที่ระดับ .01)
การสอนตามแนวการสอนของ สสวท.	24	2.29	0.10		

$$t_{วิกฤต}^{*} \quad (.05, df = 46) = 2.02$$

$$(.01 \quad df = 46) = 2.70$$

จากตารางแสดงว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิด
 วิจัยรณญาณกับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. มีความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทาง
 วิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้าน ความสมบูรณ์ของผลงาน แตกต่างกัน
 (ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01) นั่นคือ สิ่งประดิษฐ์ (ด้านความสมบูรณ์) ซึ่งเป็นผลงานของนักเรียน
 ที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจัยรณญาณ มี คุณภาพสูงกว่า การสอนตาม
 แนวการสอนของ สสวท. ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

2.6 การเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้านการสื่อความหมายให้คนอื่นเข้าใจ

ตาราง 13 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้าน การสื่อความหมายให้คนอื่นเข้าใจ ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S^2	t คำนวณ	ผลการเปรียบเทียบ
การฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ	24	2.46	0.20	1.63	ไม่แตกต่าง (ที่ระดับ .05)
การสอนตามแนวการสอนของ สสวท.	24	2.28	0.12		

$$t_{วิกฤต}^{*} (.05, df = 46) = 2.02$$

$$(.01 \quad df = 46) = 2.70$$

จากตารางแสดงว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. มีความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ด้านการสื่อความหมายให้คนอื่นเข้าใจ ไม่แตกต่างกัน (ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05) นั่นคือ สิ่งประดิษฐ์ (ด้านการสื่อความหมายให้คนอื่นเข้าใจ) ซึ่งเป็นผลงานของนักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ มีคุณภาพไม่แตกต่างกับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

3. สรุปผลการเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของโครงการและสิ่งประดิษฐ์ทั้ง 8 ด้าน ปรากฏดังตาราง 14

ตาราง 14 แสดงการสรุปผลการเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

ความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
1. พิจารณาจากคุณภาพของโครงการ		
1.1 ด้านแนวทาง	✓	
1.2 ด้านการเพาะความคิด	✓	
2. พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์		
2.1 ด้านความเหมาะสมในการแก้ปัญหา	✓	
2.2 ด้านความเพียงพอในการแก้ปัญหา	✓	
2.3 ด้านความสมเหตุสมผลตามศาสตร์	✓	
2.4 ด้านการใช้ประโยชน์	✓	
2.5 ด้านความสมบูรณ์ของผลงาน	✓	
2.6 ด้านการสื่อความหมายให้คนอื่นเข้าใจ		✓

จากตาราง 14 แสดงว่า ความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพและโครงการ ในด้านแนวทางและการเพาะความคิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. มีความแตกต่างกัน และความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ ในด้านความเหมาะสมในการแก้ปัญหา ความเพียงพอในการแก้ปัญหา ความสมเหตุสมผลตามศาสตร์ การใช้ประโยชน์ และความสมบูรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. มีความแตกต่างกัน ส่วนในด้าน การสื่อความหมายให้คนอื่นเข้าใจ ไม่แตกต่างกัน

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของโครงการ และสิ่งประดิษฐ์ ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสาน ด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากโครงการ ซึ่งเป็นผลงานของนักเรียน กลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสาน ด้วยการคิดวิจารณ์ญาณมีคุณภาพสูงกว่าผลงานของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.
2. ความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากสิ่งประดิษฐ์ ซึ่งเป็นผลงานของนักเรียน กลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสาน ด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ มีคุณภาพสูงกว่าผลงานของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรทั่วไปที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เลือกเรียนวิชาเลือกเสรี ว 017 โครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต

ประชากรเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพระแม่มาริสาธูประดิษฐ์ เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร ที่เลือกเรียนวิชาเลือกเสรี ว 017 โครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 จำนวน 4 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งสิ้น 142 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เลือกเรียนวิชาเลือกเสรี ว 017 โครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 48 คน จากนักเรียนทั้งหมด 142 คน จากนั้นทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และใช้คะแนนดังกล่าวแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 24 คน กลุ่มควบคุม เป็นกลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. กลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสาน ด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ

ขั้นตอนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบกลุ่มควบคุมแบบสุ่มและมีการทดสอบก่อนและ

หลังการทดลอง (Randomized Pretest - Posttest Control Group Design) มีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. ทดสอบกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และใช้คะแนนดังกล่าวมาเข้าคู่เพื่อแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. ดำเนินการทดลองสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้ง 2 กลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกันคือ กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ใช้ระยะเวลาการสอนแต่ละกลุ่มเท่ากันคือ สัปดาห์ละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที รวมทั้งสิ้นกลุ่มละ 20 คาบ
3. เมื่อสิ้นสุดการทดลองสอน ทำการประเมินความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 คน ประเมินจาก โครงกรร แบบรายงาน ความคิด สิ่งประดิษฐ์ และแบบบันทึกกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์) จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้กระทำโดยใช้สถิติพรรณนาเพื่อคำนวณค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวน และใช้สถิติอนุมานเพื่อทดสอบสมมติฐานด้วยวิธีการทดสอบค่า t (t - test) แบบข้อมูลเป็นอิสระต่อกัน (t - Independent) กรณี Pooled Variance โดยใช้ระดับ .05 เป็นระดับนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. มีความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่พิจารณาจากคุณภาพของโครงการในด้านเนื้อหาและการเพาะความคิด แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. มีความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ในด้าน ความเหมาะสมในการแก้ปัญหา ความเพียงพอในการแก้ปัญหา ความสมเหตุสมผลตามศาสตร์ การใช้ประโยชน์ และความสมบูรณ์ของผลงาน แตกต่างกัน ส่วนในด้าน การสื่อความหมายให้คนอื่นเข้าใจ ไม่แตกต่างกัน

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

จากการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยมีข้ออภิปรายโดยลำดับดังต่อไปนี้

- 1) ในส่วนของการเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งพบว่าความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. แตกต่างกันนั้น ผลการวิจัยในส่วนนี้เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ดีโบโน (De Bono, 1984 : 5-8) พัฒนานุสรณ์ สถาพรวงศ์ (2532 : 125-129) วิไลวรรณ ปิยะปกรณ

(2535 : 89) สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรรณ (2523 : 52-56 อ้างอิงมาจาก Thorndike. n.d.) โดยอนุโลม

การที่ปรากฏผลการวิจัยดังกล่าว อาจเนื่องมาจากสาเหตุต่าง ๆ หลายประการ กล่าวคือ ประการแรก การสอนโดยใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบตามทฤษฎีของดีโบิน ซึ่งประกอบไปด้วย กิจกรรมสร้างสรรค์ทางเลือก (เป็นการหาทางเลือกให้มากที่สุด ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อหลีกหนีความคิด ในรูปแบบเดิมไปสู่ความคิดในรูปแบบใหม่) การตรวจสอบสมมติฐาน (เพื่อคลายความยึดติดกับ สมมติฐาน สมองและจิตใจจะเปิดกว้าง พร้อมรับทางเลือกอื่น) การประทุมระดมความคิด (เพื่อให้ เกิดการกระตุ้นทางความคิดระหว่างบุคคล การหาจุดรับรู้แรก และพื้นที่รับรู้ เพื่อก่อให้เกิดมุมมอง ใหม่) และการกระตุ้นสุม (เพื่อสร้างสรรค์มุมมองใหม่) นั้น กิจกรรมในทุกขั้นตอนดังกล่าวนี้ นักเรียนได้ ลงมือกระทำด้วยตนเอง โดยที่ครูเป็นเพียงผู้คอยแนะนำเท่านั้น การฝึกฝนดังกล่าวย่อมมีผลต่อการ สร้างแนวคิดที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ตลอดจนสามารถคิดได้ว่าปัญหาที่ต้องการจะแก้ นั้นมี กรอบอะไรที่ปิดกั้นอยู่จนนำไปสู่การสร้างแนวคิดใหม่ในการแก้ปัญหานั้นให้สำเร็จได้ การปฏิบัติตาม ขั้นตอนเหล่านี้ให้ผลสอดคล้องกับงานวิจัยของพัฒนานุสรณ์ สถาพรวงศ์ (2532 : 125-126) ที่ได้ ศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และพบว่า การสอนเทคนิคการคิด นอกกรอบโดยใช้เทคนิคการคิด 8 แบบ ทำให้นักเรียนสามารถสร้างผลผลิตที่มีความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ได้ ส่วนการสอนโดยใช้การคิดวิจารณ์โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ ประกอบไปด้วย การตระหนักและเห็นความสำคัญของปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาเรื่องราวจาก สถานการณ์ วิเคราะห์หาปัญหา แสดงความคิดเห็น และลงข้อสรุป แล้วนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน การอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม ได้ปฏิบัติทดลอง ใช้การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ แล้วสรุปผล การเรียนรู้ ทำให้กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณของผู้เรียนพัฒนาขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการ วิจัยของวิไลวรรณ ปิยะปกรณ์ (2535 : 89) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมเพื่อพัฒนา กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณสูงขึ้น และเมื่อได้ ทำการทดลองฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ ก็ทำให้นักเรียนสามารถสร้าง แนวคิดในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ และใช้การคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณตรวจสอบแนวคิดใหม่ ๆ นั้น ทำให้แนวคิดใหม่อันเป็นแนวคิดที่นำไปสู่การสร้างผลผลิตใหม่ ๆ ได้

ประการที่สอง จากกิจกรรมการสอนที่ใช้ปฏิบัติสำหรับกลุ่มทดลอง นักเรียนมีโอกาสดำ ศึกษาสถานการณ์ แบบฝึกหัด ซึ่งมีรูปภาพและข้อความ เป็นการดึงดูดความเข้าใจ และสร้างแรง จูงใจให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น เมื่อนักเรียนได้รับการฝึกอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอในระยะเวลา 12 คาบ ซึ่งในแต่ละคาบนักเรียนจะได้รับการฝึกสถานการณ์ใหม่ ๆ ไม่ซ้ำกัน เพื่อเป็นแนวทางที่จะ นำไปสู่การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของธอร์นไดค์เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึกที่ กล่าวว่า สิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหรือกระทำบ่อย ๆ ย่อมทำให้ผู้ฝึกมีความคล่อง และสามารถทำได้ดี กว่าผู้ไม่ได้รับการฝึก (สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรรณ 2523 : 52-56 อ้างอิงมาจาก Thorndike. n.d.)

จากเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้ความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ได้รับการ ฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับกลุ่มที่สอนตามแนวการสอนของ

สสวท. แตกต่างกัน

2) ส่วนผลการเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของโครงการ ซึ่งพบว่าความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของโครงการในด้านคุณภาพและการเพาะความคิดของนักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. แตกต่างกันนั้น เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้และสอดคล้องกับงานวิจัยของดีโบโน (De Bono, 1984 : 1-200) พัฒนานุสรณ์ สถาพรวงศ์ (2532 : 131-137) วิไลวรรณ ปิยะปกรณ์ (2535 : 85) โดยอนุโลม

การที่ได้ผลการวิจัยดังกล่าวอาจอธิบายได้ว่า การฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ในส่วนของกิจกรรมการสร้างสรรค์ทางเลือกเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนหาทางเลือกให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะหาได้ เพื่อที่จะหลีกหนีความคิดในรูปแบบเดิมไปสู่ความคิดในรูปแบบใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการสอนการคิดนอกกรอบของดีโบโน (De Bono 1984 : 1-200) ที่ว่า การสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาไม่ได้มีเพียงแนวคิดเดียว ต้องพยายามคิดหาแนวคิดอื่นที่จะนำมาใช้เป็นแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อีก และกิจกรรมตระหนักและมองเห็นปัญหาที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมเกี่ยวกับการวิเคราะห์ปัญหา การแสดงความคิดเห็นต่อปัญหา และการลงข้อสรุปของปัญหา ทำให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดที่จะนำไปใช้ในการเขียนโครงการ เพื่อทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะสอดคล้องกับงานวิจัยของวิไลวรรณ ปิยะปกรณ์ (2535 : 85) ที่กล่าวว่า เมื่อผู้เรียนได้ฝึกการคิดเป็นรายบุคคล ตามแนวคำถามจากสื่อการสอนในชั้นตระหนักและมองเห็นปัญหา จะทำให้ผู้เรียนสามารถตั้งสมมติฐานของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ และนอกจากนั้นพัฒนานุสรณ์ สถาพรวงศ์ (2532 : 131-137) ได้ทดลองพบว่า มิติการคิดในมโนทัศน์คุณภาพ และการเพาะความคิดของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากการสอนตามคู่มือครู

เมื่อนักเรียนนำแนวคิดที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบและการคิดวิจารณ์มาเขียนโครงการเพื่อทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จึงย่อมทำให้ได้โครงการที่มีคุณภาพสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

3) สำหรับผลการเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งพบว่าความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ในด้านความเหมาะสมในการแก้ปัญหา ความเพียงพอในการแก้ปัญหา ความสมเหตุสมผลตามศาสตร์ การใช้ประโยชน์ ความสมบูรณ์ของผลงานของนักเรียน ที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ กับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. แตกต่างกันนั้น เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของพัฒนานุสรณ์ สถาพรวงศ์ (2532 : 138) โกศล เพ็ชรสุวรรณ (2528 : 20-29) สมปัญญา ศรีภคานนท์ (2535 : 118) และอนันต์ จันทกรวิ (2525 : 3-10) โดยอนุโลม

การที่ปรากฏผลการวิจัยดังกล่าว อาจเนื่องมาจากสาเหตุต่าง ๆ หลายประการ ประการแรก แบบฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เริ่มต้นจากปัญหาและการตั้งสมมติฐาน โดยฝึกให้นักเรียน สร้างสรรค์ทางเลือก การตระหนักและมองเห็นปัญหา จนกระทั่งตั้งสมมติฐานเพื่อนำไปสู่การทดลองได้ ส่วนในขั้นปฏิบัติการทดลองมีกิจกรรมย่อย ๆ ให้นักเรียนได้ออกแบบการทดลอง เลือกวัสดุอุปกรณ์การทดลอง การลงมือทดลอง และในการฝึกการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการคิดโดยใช้หลักเกณฑ์และวิธีการทางตรรกศาสตร์ในการตัดสินอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะนำไปสู่การคิดทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะประเภทสิ่งประดิษฐ์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพัฒนานุสรณ์ สถาพรวงศ์ (2532 : 138) ที่ค้นพบว่า โครงงานใดก็ตามที่สามารถแก้ปัญหาได้ตามวัตถุประสงค์ ทำให้ประสบความสำเร็จจะได้คะแนนมีติด้านการแก้ปัญหาสูง ในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ นับเป็นสิ่งที่ต้องมีการสะสมความคิด เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาจากกิจกรรมการประชุมระดมความคิดและการอภิปรายร่วมกัน ทุกคนจะได้มีโอกาสเสนอแนวความคิดของตนเองต่อที่ประชุมเป็นการกระตุ้นความคิด และนำความคิดใหม่ ๆ เหล่านี้ไปใช้ในการคิดประดิษฐ์สิ่งของต่าง ๆ ขึ้น เพื่อใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะสิ่งประดิษฐ์ซึ่งเป็นผลงานที่นักเรียนคิดประดิษฐ์ขึ้นจากความสามารถที่ตนเองมีอยู่ ซึ่งโกศล เพ็ชรสุวรรณ (2528 : 20-29) ได้กล่าวว่า การที่ได้พยายามเรียนรู้เลียนแบบเทคโนโลยี จนมีประสบการณ์ มีความรอบรู้ ความมั่นใจ เกิดความคิดเป็นของตนเอง ทำให้เกิดการพัฒนาล้างประดิษฐ์ใหม่ ๆ ขึ้นมา

ประการที่สอง การทำสิ่งประดิษฐ์ซึ่งเป็นผลงานของนักเรียนครั้งนี้ทำขึ้นเป็นรายบุคคล ตามความสามารถและความคิดที่ได้รับการฝึกฝนมา ผลงานที่นักเรียนได้ทำขึ้นจึงถือได้ว่าเป็นความคิดของเฉพาะบุคคลไม่มีความคิดของผู้อื่น นอกจากอาจารย์ที่ปรึกษาซึ่งจะแนะนำในส่วนเฉพาะที่เป็นเทคนิคเท่านั้น เช่น การทำงานของวงจรไฟฟ้าที่เกิดการขัดข้องไม่สามารถนำไปประกอบเป็นโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เป็นสิ่งประดิษฐ์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสมปัญญา ศรีภคานนท์ (2535 : 118) ที่กล่าวว่า นักเรียนที่มีโอกาสปฏิบัติงานเป็นรายบุคคลจะมีโอกาสได้แสดงความสามารถเต็มที่ นอกจากนั้นเวลาในการปฏิบัติงานนับเป็นสิ่งสำคัญ เพราะระยะเวลาที่ใช้ในการประดิษฐ์ต้องเพียงพอสำหรับที่จะปฏิบัติงาน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ให้เวลาถึง 6 คาบ ทำให้นักเรียนสามารถประดิษฐ์สิ่งของที่เป็นประโยชน์ตามโครงการที่ตนเองเขียนขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสมปัญญา ศรีภคานนท์ (2535 : 118) ที่กล่าวว่า เวลาในการปฏิบัติกิจกรรมที่เหมาะสมทำให้ได้ฝึกฝน มีความคล่องแคล่วอย่างสม่ำเสมอต่อเนื่องกัน การปฏิบัติงานนับเป็นสิ่งที่ครูสามารถสังเกตพฤติกรรมต่าง ๆ ของนักเรียนได้อย่างใกล้ชิด ความสามารถที่นักเรียนได้แสดงออกโดยการประดิษฐ์นับว่าเป็นการแสดง ออกถึงการกระทำของนักเรียนอย่างชัดเจนสอดคล้องกับอนันต์ จันทร์ทวี (2525 : 3-10) ที่กล่าวว่า ความสามารถในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ สังเกตได้จากพฤติกรรม โครงงานวิทยาศาสตร์ และคะแนนจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จากเหตุผลดังกล่าวทำให้ความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงขึ้น

สำหรับผลการเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งพิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ในด้าน การสื่อความหมายให้คนอื่นเข้าใจ ผลปรากฏว่าไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานในการวิจัยที่กำหนดไว้นั้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพัฒนานุสรณ์ สถาพรวงศ์ (2532 : 120) ลัดดา สายพานทอง (2535 : 114) อ้างอิงมาจาก Seymour, 1964 : 91-95, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2530 : 4 และธีระชัย บุรณโชติ. 2531 : 1-2) และ กมล เฟื่องฟูง (2534 : 87) โดยอนุโลม

การที่ได้ผลวิจัยดังกล่าวอธิบายได้ว่า กระบวนการเรียนการสอนของกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ ซึ่งมุ่งเน้นให้นักเรียนผลิตผลงาน และกลุ่มควบคุมที่สอนตามแนวการสอนของ สสวท. ซึ่งมีกิจกรรมที่มุ่งเน้นการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มตั้งแต่ การสำรวจเลือกเรื่อง การวิเคราะห์โครงงานวิทยาศาสตร์ การระบุปัญหา การศึกษาเอกสาร การออกแบบการทดลอง การเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ จนถึงขั้นลงมือทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ในขณะที่เดียวกันกิจกรรมการฝึกของกลุ่มทดลองก็มีลักษณะที่คล้ายคลึงกันอยู่มาก

เมื่อถึงขั้นการทำสิ่งประดิษฐ์แล้วประเมินความสามารถในการสื่อความหมายให้คนอื่นเข้าใจจึงไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพัฒนานุสรณ์ สถาพรวงศ์ (2532 : 120) ที่ค้นพบว่า มโนทัศน์ด้านการสื่อความหมายให้คนอื่นเข้าใจของกลุ่มทดลองโดยใช้รูปการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ประการที่สอง การสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ที่มุ่งเน้น สำรวจและเลือกหาโครงงานวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนจะทำขึ้นเอง ดังนั้นการเลือกหัวเรื่องในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ นักเรียนจึงเลือกได้ตามความสนใจ และแนวคิดที่ตนเองมีความถนัด มีประสบการณ์ จึงทำให้สามารถอธิบายโครงงานที่ตนเองจะทำได้ถูกต้องชัดเจน และการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณก็เช่นเดียวกัน นักเรียนจะสามารถเลือกโครงงานวิทยาศาสตร์ที่จะทำขึ้นได้ตามความถนัดและความสนใจที่ตนเองมีแนวคิดอยู่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของลัดดา สายพานทอง (อ้างอิงมาจาก Seymour, 1964 : 91-95, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2530 : 4 และธีระชัย บุรณโชติ. 2531 : 1-2) ซึ่งได้กล่าวถึงลักษณะของโครงงานวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นการเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และกมล เฟื่องฟูง (2534 : 87) ที่ศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่าการที่ครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์

จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้คะแนนเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มสูง และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน ทำให้ความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่อาจเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และต่อการศึกษาค้นคว้าต่อไปดังนี้

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยซึ่งพบว่า การฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ ทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของโครงการ 2 ด้าน (ด้านเนื้อหา ด้านการเพาะความคิด) และที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ 5 ด้าน (ด้านความเหมาะสมในการแก้ปัญหา ด้านความเพียงพอในการแก้ปัญหา ด้านความสมเหตุสมผลตามศาสตร์ ด้านการใช้ประโยชน์ ด้านความสมบูรณ์ของผลงาน) ยกเว้นด้านการสื่อความหมายให้คนอื่นเข้าใจ แตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวปฏิบัติโดยทั่วไปของสสวท. นั้น ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ดังต่อไปนี้

1. ครู - อาจารย์ ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษา ควรนำวิธีฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ มาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน วิชาเลือกเสรี ว 017 โครงการงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต หรือวิชาเลือกเสรีอื่น ๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ตลอดจนกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์บางกิจกรรมที่มีตามเหมาะสม ทั้งนี้ในการฝึกการคิดด้วยวิธีดังกล่าวนี้ควรใช้ฝึกกับนักเรียนที่ผ่านรายวิชา ว 012 วิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหา และ ว 014 เริ่มต้นกับโครงการงานวิทยาศาสตร์
2. ผู้บริหารวิชาการในโรงเรียนมัธยมศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งหัวหน้าหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ และผู้ช่วยผู้บริหารฝ่ายวิชาการ ควรส่งเสริมสนับสนุนและกระตุ้นให้ครู - อาจารย์ วิทยาศาสตร์ได้ปรับปรุงการสอนที่ใช้วิธีการสอนตามแนวปฏิบัติโดยทั่วไปของ สสวท. โดยประยุกต์ใช้การฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ ในการสอนหัวข้อเรื่องทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ตลอดจนสอดแทรกการฝึกคิดดังกล่าวในกิจกรรมเสริมหลักสูตรตามควรแก่กรณี
3. ศึกษานิเทศก์และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ควรนำวิธีการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณไปเผยแพร่ในรูปของการฝึกอบรมการประชุมปฏิบัติการ ฯลฯ แก่ผู้เข้ารับการอบรม หรือครูวิทยาศาสตร์ให้ทั่วถึงยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

จากขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า และอุปสรรคที่พบจากงานวิจัยเรื่องนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยต่อไปดังต่อไปนี้

1. ควรทำการวิจัยเปรียบเทียบผลของการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ กับการสอนตามแนวปฏิบัติโดยทั่วไปในทำนองนี้อีก โดย
 - 1.1 เพิ่มกลุ่มทดลองให้มีมากกว่าหนึ่งกลุ่ม เพื่อตรวจสอบผลของการฝึกความคิดให้ลึกซึ้งและชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น เพิ่มกลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกคิดตามระเบียบวิธีการทาง

วิทยาศาสตร์ และกลุ่มที่ได้รับการฝึกคิดแบบมีเหตุผล ฯลฯ ผสมผสานกับการคิดนอกกรอบ เป็นต้น

1.2 ศึกษาด้วยตัวแปรตามอื่น ๆ อีก เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง

วิทยาศาสตร์ ความสามารถในการเขียนโครงการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

1.3 ควรศึกษาผลในเชิงความคงทนของการเรียนรู้ของการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ตามตัวแปรตามต่าง ๆ ใน 1.2

1.4 การศึกษากับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนในระดับอื่น ๆ เช่น ระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย รวมทั้งนักเรียนสายอาชีพ ฯลฯ ทั้งนี้หากเป็นไปได้ ควรแยกวิเคราะห์ตามตัวแปร เพศ ความถนัดทางการเรียน ความถนัดทางอาชีพ ฯลฯ ด้วย

2. ในการทำการทดลองสอน ควรพิจารณาดำเนินการให้มีความรัดกุมในเรื่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1 ผู้ทดลองสอนควรให้ความเอาใจใส่ในการใช้สมาธิของผู้เรียนในระหว่างการฝึกคิด และร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนตามวิธีนี้ ทั้งนี้หากเป็นไปได้ ควรมีการฝึกเด็กเพื่อการนี้ ประมาณ 1 - 2 สัปดาห์ (1 - 2 ครั้ง) ก่อนเริ่มทำการทดลองสอน

2.2 การเลือกช่วงเวลาในการทดลองสอน ให้มีความต่อเนื่อง (ไม่ขาดตอน) ระหว่างครั้งต่อครั้งของการทดลองสอน ในกรณีที่เกิดความไม่ต่อเนื่องขึ้น ควรหาวันทดลองสอนชดเชยที่ไม่ห่างกันนานจนเกินไป

2.3 ในการประเมินความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ควรให้ผู้ประเมินได้ทำความเข้าใจถึงวิธีการและเกณฑ์ในการประเมินอย่างชัดเจน ทั้งนี้ควรมีการทดลองฝึกปฏิบัติก่อนทำการประเมินจริง

2.4 ควรทำการทดลองก่อนทดลองสอนตามตัวแปรตามที่จะศึกษาและใช้ผลการทดสอบนั้นเป็นข้อมูลประกอบในการวิเคราะห์ผลขั้นสุดท้ายเช่นที่ปฏิบัติในกรณีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมล เพื่องฟู. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. ถ่ายเอกสาร.
- ก่อกัดดี ศรีน้อย. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- กันยารัตน์ ฤทธิ์บำรุง. การศึกษาลักษณะการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการฝึกอภิปรายแก้ปัญหาพร้อมกันทั้งห้อง เป็นกลุ่มย่อยและแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. ถ่ายเอกสาร.
- กัมปนาท วัชรธนาคม. การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในเขตการศึกษา 11. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2534. ถ่ายเอกสาร.
- กิตติ แสงสุวรรณ. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเขตการศึกษา 6. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.
- โกศล เพ็ชรสุวรรณ. "เทคโนโลยีกับการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์," วารสาร สสวท. 14 (1) : 20 - 29 ; ตุลาคม 2528 - มกราคม 2529.
- คณิง สายแก้ว. "ความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์ของสำนักคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ," เอกสารการประชุมทางวิชาการเรื่อง การวิจัยทางการศึกษา และการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ครั้งที่ 7 (เล่ม 1). กรุงเทพฯ : ชมรมผู้สนใจงานวิจัยทางการศึกษา, 1 - 3 ; 2535.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. "นโยบายมาตรการและเป้าหมายการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี," แผนพัฒนาการศึกษาชาติฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535 - 2539). 26 (5) : 7 - 8 ; มิถุนายน - กรกฎาคม 2535.
- ชวาล แพร่ตุก. เทคนิคการเขียนข้อสอบ. กรุงเทพฯ : พิกัดอักษร, 2520.

- ชาญชัย สวัสดิ์รังสีมา และเชิดวิทย์ ฤทธิประศาสตร์. การพัฒนาคู่มือ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2523.
- ชาติชัย วิโรจนะ. การศึกษาผลการใช้ชุดการสอนมินิคอร์สในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- ชุตินา วัฒนศิริ. กิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536. อัดสำเนา.
- ชุมพล พัฒนสุวรรณ. "เทคนิคบางประการในการกระตุ้นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความคิดเชิงแก้ปัญหา," วารสาร สสวท. 16 (3) : 17 - 21 ; กรกฎาคม - กันยายน 2531.
- ชูจิต ดันอรธนาวิน. ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับการอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์ และการบรรยายการวิทยาศาสตร์ทางโทรทัศน์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527. อัดสำเนา.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530.
- _____. แบบแผนการทดลองและสถิติ. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.
- ชูเกียรติ บุญเกษม. การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในเขตการศึกษา 10. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2534. ถ่ายเอกสาร.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. "การติดตามการเปลี่ยนแปลงผลการเรียนรู้ข้างเคียงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ในจังหวัดพิษณุโลก 3 รุ่นต่อเนื่อง," วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา. 6 (2) : 24 - 25 ; เมษายน 2536.
- ทัศนีย์ บุญเดิม. "ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์," วิทยาศาสตร์. 27 (1) : 32 - 33 ; มกราคม 2526.
- ทัศนีย์ พฤกษ์ชลธาร. การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517. อัดสำเนา.
- ทศนา เขมมณี. "การพัฒนากระบวนการคิด," วารสารการศึกษา กทม. 12 : 3 - 5 ; กันยายน 2533.
- นงลักษณ์ การประกอบดี. "กิจกรรมเสริมหลักสูตรเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์," วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 12 (ฉบับพิเศษ) : 28 - 31 ; มิถุนายน - กันยายน 2531.

- นิตยา ปานทิพย์. การทดลองสอนอ่านภาษาไทยโดยการใช้แบบฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพปี 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีอาชีวศึกษา วิทยาเขตบึงพระมิตร กรุงเทพมหานคร. ปรินุณยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- นิตยา ฤทธิโยธี. "การทำและการใช้แบบฝึกหัดเสริมทักษะ," เอกสารเผยแพร่ความรู้ทางการสอนภาษาไทย. หน้า 1. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศกรมสามัญศึกษา, 2520.
- เบญจมาศ สันประเสริฐ. การศึกษาผลการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินุณยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกาฬสินธุ์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527. อัดสำเนา.
- ประภาพร สุวรรณรัตน์. การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างโครงงานวิทยาศาสตร์และบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยไปบุคลิกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์. ปรินุณยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.
- พยอม ดันมณี. การศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการสอนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาในรูปแบบเชิงปัญหากับรูปแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป. ปรินุณยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.
- พรรณา หิมารัตน์. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมบ่มบ่มวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และที่เรียนตามชุดการสอน. ปรินุณยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531.
- พัฒนานุสรณ์ สดภาพวงศ์. การพัฒนาแบบการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ด. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532. อัดสำเนา.
- ไพบุลย์ เจริญกุล. "งานประดิษฐ์และงานช่างกับการพัฒนาชีพ," เอกสารการสอนชุดวิชา การสอนกลุ่มงานและพื้นฐานอาชีพ หน่วยที่ 13. พิมพ์ครั้งที่ 6. นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2532.
- มะลิวรรณ วีระจิตต์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถานการณ์

- ประกอบกรอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท. ปรินญา
นิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- มารศรี ทองเนตร. การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น
โรงเรียนรัฐบาลเขตการศึกษา 10. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น,
 2530. ถ่ายเอกสาร.
- ยงยุทธ สายคง. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้าง
สรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมกำหนดแนวทางและแบบไม่กำหนด
แนวทาง. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
 2527. อัดสำเนา.
- เย็นใจ เลหาณิช. “การวิจัย การพัฒนาและการประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,” ใน
จันทร์เกษม. (191) : 4 - 11 ; กรกฎาคม - สิงหาคม 2529.
- ระวีวรรณ ศรีมงคล. “การพัฒนาการเรียนการสอน เพื่อความเป็นเลิศในวิชาชีพ ประสบการณ์ จากครู
 แม่แบบ,” เอกสารการประชุมสัมมนา นวัตกรรมการสอนในโรงเรียนมัธยมศึกษา. 1 - 4 :
 กรกฎาคม 2536.
- ราชบัณฑิตยสถาน. พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์, 2525.
- รุ่งชีวา สุธิ. การศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.
 ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531.
 ถ่ายเอกสาร.
- ละดา ดอนหงษา. ผลของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 6 ที่สอนโดยใช้เกมฝึกทักษะและโดยการฝึกทักษะ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. ถ่ายเอกสาร.
- ลัดดา สายพานทอง. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหา
ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำ
โครงการวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.
- วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยม
ศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินผลกับไม่ประเมิน
ผล. กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536. อัดสำเนา.
- วิยะดา คงรวมญาติ. “เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทาง
 การเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีสถานภาพทางประชากรต่างกัน,”
 ใน รวมบทความวิทยานิพนธ์ ปีการศึกษา 2527. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 279 - 280 ; 2529.

- วิไลวรรณ ปิยะปกรณ. การศึกษาลักษณะพฤติกรรมการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. ปรินุญานีพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.
- วิชาการ, กรม. หลักสูตรขั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2533). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ศาสนา, 2532.
- วีระ เมืองช้าง. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจรรย์ญาณกับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนจันทร์ประดิษฐาราม กทม. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.
- ศรีผกา เจริญยศ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยให้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินุญานีพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- ศศิเกษม ทองยง. รวมนักประดิษฐ์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ขบวนพิมพ์, 2521.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน : แนวการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เลือกเสรี ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ว 017 โครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2536.
- _____ . คู่มือการจัดทำและจัดงานแสดงโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2531.
- ส.วาสนา ประวาลพุกฤษ. "การสอบการปฏิบัติ" ใน วารสารวัดผลการศึกษา. 6 (1) : 1 - 11 ; พฤษภาคม - สิงหาคม 2527.
- สมจิต สวณไพบุลย์. ประมวลการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535.
- สมนึก มุกดา. ผลการฝึกการรับรู้แบบภาพสองนัยที่มีต่อการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. ปรินุญานีพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อัดสำเนา.
- สมปัญญา ศรีภคานนท์. การศึกษาความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยให้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์. ปรินุญานีพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.
- สุปรียา หาลำเจียก. สัมพันธภาพระหว่างระดับสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.

- สุจิต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรรณ. วิธีสอนภาษาไทยในระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2523.
- สุชีพ ศรีประเคน. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับพฤติกรรม การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 5 จังหวัดศรีสะเกษ. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. ถ่ายสำเนา.
- สุนีย์ ขวัญศิริ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการนำเสนอผลงาน ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยมีการใช้แบบฝึกตามเทคนิค การวิจัยกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536. ถ่ายสำเนา.
- สุภาณี ลีละวัฒนากุล. การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างยนต์ โดยใช้แบบฝึกการคิดแบบนิรนัยกับแบบฝึกการคิด แบบอุปนัย. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. ถ่ายสำเนา.
- สมาลี กาญจนชาติ. การศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11-15 ปีในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพมหานคร : 2525, ถ่ายสำเนา.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2517.
- อนันต์ จันทกรวี. "การพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี," ข่าวสาร สสวท. 13 ; กรกฎาคม - กันยายน 2528.
- อาคม คำแพงเศรษฐ. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลในการเลือกใช้ พฤติกรรมด้านความรู้และการคิดในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2534 . ถ่ายสำเนา.
- อารี รังสินันท์. ความคิดสร้างสรรค์. พิมพ์ครั้งที่ 3 . กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ข้าวฟ่าง, 2532 ก.
- อุดร จันทรสร้าง. การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างนักเรียนระดับจังหวัด ระดับอำเภอ และระดับตำบล ในเขตจังหวัดตรัง. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2527. ถ่ายสำเนา.
- Anderson, Barry F. The Complete Thinker : A Handbook of Techniques for Creative and Critical Problem – Solving. New Jersey : Prentice Hall. Inc., 1980.
- Besemer, Susan P., and Treffinger, Donald J. "Analysis of Creative Product : Review and Synthesis," Journal of Creative Behavior 15 (3) : 158-178 ; 1981.
- Bloom, B.S. and others. Taxonomy of Educational Objective : Book 1 Cognitive Domain. Longman Inc. 1956.
- Brandt, Ronald. S. "On Creativity and Thinking Skills : A Conversation with David Perkins," Educational Leadership 43 : 12-18 ; May , 1986.

- Butcher, H.J. "Recent Research into Creativity and Divergent Thinking in Great Britain," Journal of Research and Development in Education 4 : 109-111 ; 1971.
- Butts, David. The Teaching of Science A self Directed Planning. Guide New York : Harper & Row Publisher, 1974.
- Campbell, Donald T. and Julian C. Stanley. Experimental and Quasi – Experimental Design For Research. 10th ed. Rand McNally College Publishing Co., 1973.
- Cronbach, Lee J. Essentials of Psychological Testing. 3rd ed. A Harper international Edition, 1970.
- Cropley, A.J. "Some Canadian Creativity Research," Journal of Research and Development in Education 4 : 113-115 ; 1971.
- De Bono, Edward. PO : Beyond Yes and No. Penquin Books, 1980.
- _____. "Critical Thinking Is Not Enough," Educational Leadership 42 : 16-17 ; September, 1984.
- _____. Lateral Thinking : A Textbook of Creativity. Penquin Books, 1982.
- _____. Lateral Thinking for Management. Penquin Books, 1984.
- _____. Teaching Thinking. London : Temple Smith, 1976.
- Decaroli, Joseph. "What Research Say to the Classroom Teacher : Critical Thinking," Social Education. 37 (1) : 67-69 ; January, 1973.
- Dewey, John. How We Think. New York : D.C. Heath and Company, 1933.
- Dressel, Paul L. and Lewis B. Mayhew. General Education : Explorations in Evaluation. 2nd ed. Washington, D.C., American Council on Education, 1957.
- Edward J. Kormondy and E. Bernice. Essential Biology. Addison Wesley Publishing Company, Inc, 1984.
- Ennis, Robert H. "A Concept of Critical Thinking," Harvard Educational Review. 31 (1) : 81-111 ; 1962.
- Freeman, Butcher and Christie. Creativity : a Selective Review of Research. 2nd ed. Society for Research into Higher Education Ltd, 1971.
- Good, C.V. Introduction to Educational Research. New York, Aplication Century Crofts. 1959.
- Guiford, J.P. "Progress in Discovery of Intellectual Factors," In Windening Horlzons in Creativity. 261-297 ; 1964.
- _____. The Nature of Intelligence. New York : McGraw-Hill Book Co., 1968 : 100.
- _____. "Traits Creativity," In Creativity. pp.
- Hammil, William. "A Comparative Analysis and Consequent Synthesis of Selected Contemporary Psychological Concepts of Creativity and Their Implication for Education," Dissertation Abstracts International. 43 : 730A ; September, 1982.
- Harold E.M. "Creativity," Encyclopedia of Education Research. (The Freepress a division of Macmillan Publishing Col.,) 5th ed. 385-394 ; 1982.

- Haress, J.H. "The Two meaning of Mathematics," A Hand of Pro – Programed Learning. India : Anand Press no date.
- Husen, T. and T. Neville. "Creativity and Human Development," The International Encyclopedia of Education : Research and Study, 2 : 1093-1103 ; 1981.
- Jordan, Lawrence A. "Use of Cancnical Analysis in Crobley's A Five-Year Longitudinal Study of the Validity of Creativity tests," Developmental Psychology, 11 (1) : 1-3 ; 1975.
- Khatena, Joe. "Some Problems in the Measurement of Creative Behavior," Journal of Research and Development in Education 4 : 74-82 ; 1971.
- Mansfied, Richard S., Themas V. Busse. and Ernest J. Krepelka. "The Effectiveness of Creative Training," Review of Educational Research 48 : 517-536 ; 1978.
- Melchior, Timothy M., Robert E. Kaufold and Ellen Edwards. "Using CORT Thinking in Schools," Educational Leadership 46 : 32-33 ; September, 1988.
- Osborn, A.F. Creative Imagination. 3rd ed. New York : Charles Scribners & Sons, 1963.
- Parnes, S.J., and A. Meadow. "Effect of Brainstroming Instruction on Creative Problem Salving by Trained and Untrained Subject," Journal of Education Psychology 50 : 171-176 ; 1959.
- _____. "Evaluation of Persistence of Effects Produced by A Creative Problem Solving Course," Psychological Reports, 7 : 357-361 ; 1960.
- Perkins, David N. "Creativity by Disign," Education Leadership 42 : 18-25 ; September, 1984.
- Polanski, Harold. "Piaget's Logical Operation and Science Content Comprehension," Dissertation Abstracts International, 35 : 5952A-5953A ; March, 1975.
- Quellmalz, Edys S. "Needed : Better Method for Testing Higher - Order Thinking Skills," Educational Leadership, 43 (2) : 29-35 ; October, 1985.
- River, Willga M. Teaching Foreign Language Skill. Chicago : The University of Chicago Press, 1968.
- Runco, Mark A. "Divergent Thinking and Creative Performance in Gifted and Nongifted Children," Educational and Psychological Measurement 46 : 375-384 ; 1986.
- Sato, Saburo. "Creativity Need and Research," in Japan Journal of Research and Development in Education 4 : 107-108 ; 1971.
- _____. Reward Creative Behavior. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice Hall. 1965.
- _____. "Teaching Creative and Gifted Learners," in Handbook of Research in Education : 630-647 ; 1986.
- _____. "The Minessota Studies of Creative Thinking," In Windening Horizons in Creativity p. 125-144 ; 1964.
- Sethaputra, So. New Modern English – Thai Dictionary. Bangkok : Thaiwattanapanich, 2531.
- Torrance, E. Paul and R.E. Myers. Creative Learning and Teaching. New York Dood, Mead and Company, 1972.

Wallach, M.A. and N. Kogan. "A New Look at Creativity Intelligence Distinction," In Creativity, p. 235-256 ; 1973.

_____. Model of Thinking in Young Children : A Study of the Creativity Intelligence Distinction. Halt, Rinehart & Winston. 1965.

Willaims, James Melford. "A Comparision Study of the Tradition Teaching Procedures on Student Attitude Achievement and Critical Thinking Ability in Eleventh Grade United States History," Dissertation Abstracts International. 42 (4) : 1605-A ; October, 1981.

Young, G.J. "What is Creativity," The Journal of Creative Behavior 19 : 77-87 ; 1970.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความสามารถ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการแนะนำ ตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือเพื่อทำปริญญานิพนธ์

1. อาจารย์พงษ์ชัย ศรีพันธุ์
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. อาจารย์เจลิยว ผดุงวงศ์
โรงเรียนโคกกะเทียมวิทยาลัย จังหวัดลพบุรี
3. อาจารย์ตันหยง อิ่มมาก
โรงเรียนโคกกะเทียม จังหวัดลพบุรี

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1. อาจารย์สนอง ทองปาน
โรงเรียนไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี
2. อาจารย์ชูพันธ์ บรรจงชาติ
โรงเรียนพระแม่มาลีสาธิตประดิษฐ์ กรุงเทพมหานคร
3. อาจารย์ไพรัช เรืองกลิ่น
คณะกรรมการศูนย์วิทยาศาสตร์ จังหวัดนนทบุรี

ภาคผนวก ข

**แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วย
การคิดวิจารณ์ญาณ**

แผนการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

เรื่อง การสำรวจและเลือกเรื่องที่จะทำโครงงาน
วิทยาศาสตร์

เวลา 2 คาบ

คาบที่ 1 - 2

ความคิดรวบยอด

ขั้นตอนที่สำคัญที่สุดของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์คือ การคิดหัวเรื่องของโครงงาน ซึ่งนักเรียนต้องคิดและเลือกเรื่องที่จะทำโครงงานด้วยตนเอง ซึ่งเกิดจาก ปัญหา คำถาม และความอยากรู้อยากเห็น

จุดประสงค์การเรียนรู้

คิดและระบุเรื่องหรือปัญหาที่จะทำโครงงาน

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. หาทางเลือกตามแนวคิดนอกกรอบให้ได้ทางเลือกมากที่สุด
2. ตั้งสมมติฐานจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

เนื้อเรื่อง

การคิดหัวเรื่องของโครงงานวิทยาศาสตร์ตามความคิดของตนเอง

การสร้างสรรค์ทางเลือก คือ การหาทางเลือกให้ได้มากที่สุดก่อนการตัดสินใจ

การตระหนักและมองเห็นปัญหา คือ การได้ศึกษาเรื่องราวจากสถานการณ์ นำมาวิเคราะห์
แสดงความคิดเห็นและลงข้อสรุป

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

อภิปรายก่อนการทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสำคัญของกิจกรรมสร้างสรรค์ทางเลือก การ
ตระหนัก และมองเห็นปัญหา

2. นักเรียนศึกษาเนื้อหา สถานการณ์ และแบบฝึกหัดจากกิจกรรม

ปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามแบบฝึกการสร้างสรรค์ทางเลือก การตระหนัก และมองเห็นปัญหา

อภิปรายหลังการทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลของการฝึกกิจกรรมตามแบบฝึกเพื่อสรุปเป็น
แนวคิดใหม่

2. นักเรียนฝึกคิดหัวข้อในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

สื่อการเรียนการสอน

แบบฝึกการสร้างสรรค์ทางเลือกและการตระหนัก และมองเห็นปัญหา

การประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. จากการตรวจผลงานการทำแบบฝึกหัดในแบบฝึก

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

เรื่อง วิเคราะห์โครงงานวิทยาศาสตร์

เวลา 2 คาบ

คาบที่ 3 - 4

ความคิดรวบยอด

การวิเคราะห์โครงงานวิทยาศาสตร์จะส่งผลให้นักเรียนเกิดแนวคิดในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

ศึกษาเอกสารและแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องและวิเคราะห์โครงงานวิทยาศาสตร์ตามความสนใจ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. สามารถปลดปล่อยข้อมูลที่ติดขัดกับสมมติฐานให้หลุดออกมามีอิสรภาพที่จะจัดเรียงเป็นมุมมองใหม่
2. ตั้งสมมติฐานจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

เนื้อเรื่อง

การวิเคราะห์โครงงานตามความสนใจ ทำให้ได้แนวคิดเพื่อนำมาปรับปรุงโครงงานให้ดีขึ้น
การตรวจสอบสมมติฐานเพื่อคลายติดขัดและจัดเรียงเป็นมุมมองใหม่
การตั้งสมมติฐาน เพื่อหาคำตอบของปัญหาล่วงหน้าอย่างมีเหตุผล

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

อภิปรายก่อนการทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสำคัญของกิจกรรมตรวจสอบสมมติฐานและการตั้งสมมติฐาน
2. นักเรียนศึกษา เนื้อเรื่อง สถานการณ์ และแบบฝึกหัดจากกิจกรรม

ปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามแบบฝึกการตรวจสอบสมมติฐานและการตั้งสมมติฐาน

อภิปรายหลังการทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลของการฝึกกิจกรรมตามแบบฝึกเพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน
2. นักเรียนฝึกการวิเคราะห์โครงงานวิทยาศาสตร์

สื่อการเรียนการสอน

แบบฝึกการตรวจสอบสมมติฐานและการตั้งสมมติฐาน

การประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. สังเกตการทํากิจกรรมการเรียนการสอนของครู
3. การทําแบบฝึกหัดในแบบฝึก

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

เรื่อง การระบุปัญหาที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์

เวลา 2 คาบ

คาบที่ 5 - 6

ความคิดรวบยอด

ระบุชื่อเรื่องและเหตุผลหรือหลักการสำคัญที่ตัดสินใจเลือกปัญหาสำหรับทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยมีหลักการพิจารณาดังต่อไปนี้ มีความรู้และทักษะเพียงพอในเรื่องที่จะศึกษา มีแหล่งความรู้ วัสดุอุปกรณ์ เวลา งบประมาณ และอาจารย์ที่ปรึกษา ที่จะสนับสนุนอย่างเพียงพอ

จุดประสงค์การเรียนรู้

ระบุชื่อเรื่องและเหตุผลหรือหลักการสำคัญที่จะตัดสินใจเลือกปัญหาในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. จัดประชุมเพื่อระดมความคิดจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้
2. อภิปรายร่วมกันในกลุ่ม เพื่อออกแบบการทดลองจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

เนื้อเรื่อง

ในการเลือกเรื่องทำโครงงานเรื่องใด ๆ มีข้อพิจารณาดังนี้

มีความรู้และทักษะในการใช้อุปกรณ์พื้นฐานในเรื่องที่จะศึกษาอย่างเพียงพอ มีแหล่งความรู้เพียงพอที่จะค้นคว้า จัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นได้ มีเวลาเพียงพอที่จะทำ มีอาจารย์ ผู้ทรงคุณวุฒิ ปรึกษา มีความปลอดภัย มีงบประมาณเพียงพอ

การประชุมระดมความคิดเพื่อเปิดโอกาสให้เกิดการกระตุ้นทางความคิดระหว่างบุคคล และการอภิปรายร่วมกันในกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการอภิปรายเพื่อออกแบบการทดลองเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่มจนได้เป็นข้อสรุป

กิจกรรมการเรียนการสอน

อภิปรายก่อนการทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสำคัญของกิจกรรมการประชุมระดมความคิด และอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม
2. นักเรียนศึกษา เนื้อหา สถานการณ์ และแบบฝึกหัดจากกิจกรรม

ปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามแบบฝึกการประชุมระดมความคิด และอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม

อภิปรายหลังการทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลของการฝึกกิจกรรมตามแบบฝึก เพื่อตัดสินใจเลือกปัญหาสำหรับทำโครงงานวิทยาศาสตร์
2. นักเรียนเลือกเรื่องที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์

สื่อการเรียนการสอน

แบบฝึกการประมูมระดมความคิด และการอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม

การประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. เขียนโครงการเรื่องที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

เรื่อง การศึกษาเอกสารหรือแหล่งข้อมูลอื่น ๆ ที่
เกี่ยวข้องกับโครงงานวิทยาศาสตร์

เวลา 2 คาบ

คาบที่ 7 - 8

ความคิดรวบยอด

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องทำให้นักเรียนได้แนวคิด ความรู้ จนสามารถออกแบบการทดลอง และวางแผนดำเนินการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง ในการทำโครงงานได้อย่างเหมาะสม

จุดประสงค์การเรียนรู้

ออกแบบการทดลอง วางแผนการทดลอง และปฏิบัติการทดลองได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. เปลี่ยนจุดรับรู้แรกของสถานการณ์เพื่อสร้างมุมมองใหม่
2. ออกแบบและปฏิบัติการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐานได้

เนื้อเรื่อง

การตัดสินใจในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์จะต้องมีรายละเอียดและเนื้อหาสาระในเรื่องดังกล่าว ซึ่งได้มาจากการค้นคว้าเพิ่มเติมจากเอกสาร อาจารย์ที่ปรึกษา หรือผู้ทรงคุณวุฒิ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

อภิปรายก่อนการทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสำคัญของกิจกรรมการหาจุดรับรู้แรก พื้นที่รับรู้ และปฏิบัติการทดลอง
2. นักเรียนศึกษา เนื้อหา สถานการณ์ และแบบฝึกหัดจากกิจกรรม

ปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามแบบฝึกหัดการหาจุดรับรู้แรก พื้นที่รับรู้ และปฏิบัติการทดลอง

อภิปรายหลังการทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลของการฝึกกิจกรรมตามแบบฝึกหัดเพื่อตัดสินใจในการเลือกทำโครงงานวิทยาศาสตร์
2. นักเรียนเลือกเรื่องที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์

สื่อการเรียนการสอน

แบบฝึกหัดการหาจุดรับรู้แรก พื้นที่รับรู้ และปฏิบัติการทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. ผลจากการตรวจผลงานจากการทำแบบฝึกหัด

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

เรื่อง ออกแบบการทดลองและวางแผนดำเนินการ
การทำโครงงานวิทยาศาสตร์

เวลา 2 คาบ

คาบที่ 9 - 10

ความคิดรวบยอด

ความชัดเจนในหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงงาน การได้ศึกษาเพิ่มเติมจากเอกสารจะนำไปสู่การวางแผน เพื่อดำเนินการทดลองและจัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

คิดวางแผนออกแบบการทดลองเพื่อทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทำกิจกรรมการสุ่ม เพื่อกระตุ้นมุมมองใหม่
2. ใช้วิธีการคิดทางตรรกศาสตร์ตัดสินปัญหาอย่างสมเหตุสมผล

เนื้อเรื่อง

วางแผนหรือออกแบบการทดลองโดยคำนึงถึง ปัญหา จุดมุ่งหมาย สมมติฐาน วิธีดำเนินการทดลอง วัสดุอุปกรณ์ การสังเกตและการวัด การนำเสนอข้อมูล และระยะเวลาในการศึกษาค้นคว้า

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

อภิปรายก่อนการทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสำคัญของกิจกรรมการกระตุ้นมุมมองและการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

2. นักเรียนศึกษาเนื้อหา สถานการณ์ และแบบฝึกหัดจากกิจกรรม

ปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามแบบฝึกการกระตุ้นมุมมองและการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

อภิปรายหลังการทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลของการฝึกกิจกรรมตามแบบฝึกเพื่อทำโครงงานวิทยาศาสตร์

2. นักเรียนฝึกเขียนวิธีดำเนินการทดลอง

สื่อการเรียนรู้การสอน

แบบฝึกการกระตุ้นมุมมองและการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

การประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. ตรวจจากผลงาน

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

เรื่อง การเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์

เวลา 2 คาบ

คาบที่ 11 - 12

ความคิดรวบยอด

เขียนเค้าโครงเพื่อแสดงแนวคิด แผนงาน และขั้นตอนของการทำโครงงาน ประกอบด้วย ชื่อโครงงาน ปัญหา วัตถุประสงค์ กระบวนการสร้างผลงาน และการนำไปใช้ตามวัตถุประสงค์

จุดประสงค์การเรียนรู้

จัดทำเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ย่อยความเพื่อสร้างรูปแบบใหม่ได้
2. นำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า มาสรุปเป็นความรู้ใหม่ และประเมินข้อความที่ได้

จากการสรุปได้

เนื้อเรื่อง

การเขียนเค้าโครงเพื่อแสดงแนวคิด แผนงานและขั้นตอนการทำโครงงาน ประกอบด้วย ชื่อโครงงาน ปัญหา วัตถุประสงค์ กระบวนการสร้างผลงาน และการนำไปใช้ตามวัตถุประสงค์

ย่อยความที่ผิดส่วนอย่างจงใจ เพื่อสร้างส่วนแบ่งใหม่

การสรุปผลการเรียนรู้ เพื่อนำความรู้ไปสรุปเป็นความรู้ใหม่ และประเมินข้อความที่ได้จากการสรุป

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

อภิปรายก่อนการทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสำคัญของกิจกรรมการย่อยความ การผันความ และสรุปผลการเรียนรู้

2. นักเรียนศึกษาเนื้อหา สถานการณ์ และแบบฝึกหัดจากกิจกรรม

ปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามแบบฝึกการย่อยความ การผันความ และสรุปผลการเรียนรู้

อภิปรายหลังการทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการฝึกกิจกรรมตามแบบฝึก
2. นักเรียนเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์

สื่อการเรียนรู้การสอน

แบบฝึกการย่อยความ การผันความ และสรุปผลการเรียนรู้

การประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. ทำแบบฝึกหัดจากกิจกรรม

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

เรื่อง การเสนอโครงการ

เวลา 2 คาบ

คาบที่ 13 - 14

ความคิดรวบยอด

นำเสนอเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

เสนอเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ต่อเพื่อนนักเรียน

จุดประสงค์ของกิจกรรม

นักเรียนนำเสนอเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ต่อเพื่อนนักเรียน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. นักเรียนนำเสนอเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ต่อเพื่อนนักเรียน
2. ครูและนักเรียนอภิปรายซักถาม
3. สรุปผลของการนำเสนอว่าควรที่จะทำได้หรือไม่

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. ห้องประชุม
2. อุปกรณ์ เช่น เครื่องฉายข้ามศีรษะ แผ่นใส ปากกาเขียนแผ่นใส

การประเมินผล

สังเกตจากโครงการที่นำเสนอ

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

เรื่อง การทำสิ่งประดิษฐ์

เวลา 6 คาบ

คาบที่ 15 - 20

ความคิดรวบยอด

ทำสิ่งประดิษฐ์ที่คิดจากหัวข้อเรื่องและนำเสนอเป็นโครงการแล้ว

จุดประสงค์การเรียนรู้

ลงมือทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์คนละ 1 โครงการ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์จากแนวความคิดของนักเรียนที่เขียนเป็นโครงการไว้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ให้นักเรียนปฏิบัติการลงมือทำสิ่งประดิษฐ์จำนวน 3 ครั้งครั้งละ 2 คาบต่อสัปดาห์
2. ให้นักเรียนเขียนแบบรายงานความคิด และกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ตามแบบฟอร์มที่ครูมอบให้
3. นำแบบรายงานความคิด แบบบันทึกกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์พร้อมทั้งสิ่งประดิษฐ์ 1 ชิ้นที่นักเรียนทำขึ้น ส่งให้ครู

สื่อการเรียนการสอน

อุปกรณ์ที่นักเรียนใช้ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์

การประเมินผล

นำแบบรายงานความคิด แบบบันทึกกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์สิ่งประดิษฐ์ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านประเมินโดยใช้แบบประเมินความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของโครงการและสิ่งประดิษฐ์

แผนการสอนกลุ่มควบคุม

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

เรื่อง การสำรวจและเลือกเรื่องที่จะทำโครงงาน
วิทยาศาสตร์

เวลา 2 คาบ

คาบที่ 1 - 2

ความคิดรวบยอด

ขั้นตอนที่สำคัญที่สุดของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์คือ การคิดหัวเรื่องของโครงงาน ซึ่งนักเรียนต้องคิดและเลือกเรื่องที่จะทำโครงงานด้วยตนเอง ซึ่งเกิดจาก ปัญหา คำถาม และความอยากรู้อยากเห็น

จุดประสงค์การเรียนรู้

คิดและระบุเรื่องหรือปัญหาที่จะทำโครงงาน

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เลือกวิเคราะห์สภาพต่าง ๆ ในโรงเรียนตามความสนใจและระดับความรู้.

เนื้อเรื่อง

การคิดหัวเรื่องของโครงงานวิทยาศาสตร์ตามความคิดของตนเองจากการอ่านหนังสือชนิดต่าง ๆ หรือประสบการณ์ของนักเรียน

กิจกรรมการเรียนการสอน

อภิปรายก่อนการทำกิจกรรม

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสำคัญของกิจกรรมการการสำรวจและเลือกเรื่องที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการสำรวจเรื่องที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์

อภิปรายหลังการทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลของการฝึกกิจกรรม
2. นักเรียนฝึกคิดหัวข้อในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

สื่อการเรียนการสอน

หนังสือเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

การประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. จากการตรวจผลงาน

แผนการสอนกลุ่มควบคุม

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

เรื่อง วิเคราะห์โครงงานวิทยาศาสตร์

เวลา 2 คาบ

คาบที่ 3 - 4

ความคิดรวบยอด

การวิเคราะห์โครงงานวิทยาศาสตร์จะส่งผลให้นักเรียนเกิดแนวคิดในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

ศึกษาเอกสารและแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องและวิเคราะห์โครงงานวิทยาศาสตร์ตามความสนใจ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

วิเคราะห์โครงงานวิทยาศาสตร์จากเอกสารตามความสนใจได้

เนื้อเรื่อง

การวิเคราะห์โครงงานตามความสนใจ ทำให้ได้แนวคิดเพื่อนำมาปรับปรุงโครงงานให้ดีขึ้น

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

อภิปรายก่อนการทำกิจกรรม

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสำคัญของกิจกรรมการวิเคราะห์โครงงานวิทยาศาสตร์

ปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมวิเคราะห์โครงงานวิทยาศาสตร์

อภิปรายหลังการทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลของการฝึกกิจกรรม
2. นักเรียนฝึกการวิเคราะห์โครงงานวิทยาศาสตร์

สื่อการเรียนรู้การสอน

เอกสารโครงงานวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

การประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. ตรวจจากผลงาน

แผนการสอนกลุ่มควบคุม

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

เวลา 2 คาบ

เรื่อง การระบุปัญหาที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์

คาบที่ 5 - 6

ความคิดรวบยอด

ระบุชื่อเรื่องและเหตุผลหรือหลักการสำคัญที่ตัดสินใจเลือกปัญหาสำหรับทำโครงงานวิทยาศาสตร์โดยมีหลักการพิจารณาดังต่อไปนี้ มีความรู้และทักษะเพียงพอในเรื่องที่จะศึกษา มีแหล่งความรู้ วัสดุอุปกรณ์ เวลา งบประมาณ และอาจารย์ที่ปรึกษา ที่จะสนับสนุนอย่างเพียงพอ

จุดประสงค์การเรียนรู้

ระบุเรื่องและเหตุผลหรือหลักการสำคัญที่จะตัดสินใจเลือกปัญหาในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

ระบุปัญหาที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้

เนื้อเรื่อง

ในการเลือกเรื่องทำโครงงานเรื่องใด ๆ มีข้อพิจารณาดังนี้

มีความรู้และทักษะในการใช้อุปกรณ์พื้นฐานในเรื่องที่จะศึกษาอย่างเพียงพอ

มีแหล่งความรู้เพียงพอที่จะค้นคว้า

จัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นได้

มีเวลาเพียงพอที่จะทำ

มีอาจารย์ ผู้ทรงคุณวุฒิ ปรึกษา

มีความปลอดภัย

มีงบประมาณเพียงพอ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

อภิปรายก่อนการทำกิจกรรม

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสำคัญของกิจกรรมการระบุปัญหาที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการระบุปัญหาที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์

อภิปรายหลังการทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลของการฝึกกิจกรรม
2. นักเรียนเลือกเรื่องที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์

สื่อการเรียนการสอน

หนังสือ เอกสาร เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์

การประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. เขียนโครงการเรื่องที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์

แผนการสอนกลุ่มควบคุม

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

เรื่อง การศึกษาเอกสารหรือแหล่งข้อมูลอื่น ๆ
ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานวิทยาศาสตร์

เวลา 2 คาบ

คาบที่ 7 - 8

ความคิดรวบยอด

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ทำให้นักเรียนได้แนวคิด ความรู้ จนสามารถออกแบบการทดลอง และวางแผนดำเนินการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง ในการทำโครงงานได้อย่างเหมาะสม

จุดประสงค์การเรียนรู้

ออกแบบการทดลอง วางแผนการทดลอง และปฏิบัติการทดลองได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

ออกแบบการทดลอง ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้

เนื้อเรื่อง

การตัดสินใจในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จะต้องมียละเอียดและเนื้อหาสาระในเรื่องดังกล่าว ซึ่งได้มาจากการค้นคว้าเพิ่มเติมจากเอกสาร อาจารย์ที่ปรึกษา หรือผู้ทรงคุณวุฒิ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

อภิปรายก่อนการทำกิจกรรม

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสำคัญของกิจกรรมการศึกษาเอกสารหรือแหล่งข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานวิทยาศาสตร์

ปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการศึกษาเอกสารหรือแหล่งข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานวิทยาศาสตร์

อภิปรายหลังการทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลของการฝึกกิจกรรม
2. นักเรียนเลือกเรื่องที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์

สื่อการเรียนการสอน

เอกสาร หนังสือ เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์และการทำสิ่งประดิษฐ์

การประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. ผลจากการตรวจผลงานจากการทำแบบฝึกหัด

แผนการสอนกลุ่มควบคุม

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

เรื่อง ออกแบบการทดลอง และวางแผนดำเนินการ
การทำโครงงานวิทยาศาสตร์

เวลา 2 คาบ

คาบที่ 9 - 10

ความคิดรวบยอด

ความชัดเจนในหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงงาน การได้ศึกษาเพิ่มเติมจากเอกสารจะนำไปสู่การวางแผน เพื่อดำเนินการทดลองและจัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

คิดวางแผนออกแบบการทดลอง เพื่อทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้

เนื้อเรื่อง

วางแผนหรือออกแบบการทดลองโดยคำนึงถึง ปัญหา จุดมุ่งหมาย สมมติฐาน วิธีดำเนินการทดลอง วัสดุอุปกรณ์ การสังเกตและการวัด การนำเสนอข้อมูล และระยะเวลาในการศึกษาค้นคว้า

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

อภิปรายก่อนการทำกิจกรรม

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสำคัญของกิจกรรมออกแบบการทดลอง และวางแผนดำเนินการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมออกแบบการทดลองและวางแผนดำเนินการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

อภิปรายหลังการทำกิจกรรม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลของการฝึกกิจกรรม
2. นักเรียนฝึกเขียนวิธีการดำเนินการทดลอง

สื่อการเรียนรู้การสอน

เอกสาร หนังสือ เกี่ยวกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์หรือการทำสิ่งประดิษฐ์

การประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. ตรวจจากผลงาน

แผนการสอนกลุ่มควบคุม

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

เวลา 2 คาบ

เรื่อง การเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์

คาบที่ 11 - 12

ความคิรวบยอด

เขียนเค้าโครงเพื่อแสดงแนวคิด แผนงาน และขั้นตอนของการทำโครงงาน ประกอบด้วย
ชื่อโครงงาน ปัญหา วัตถุประสงค์ กระบวนการสร้างผลงาน และการนำไปใช้ตามวัตถุประสงค์

จุดประสงค์การเรียนรู้

จัดทำเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เขียนเค้าโครงของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้

เนื้อเรื่อง

การเขียนเค้าโครงเพื่อแสดงแนวคิด แผนงาน และขั้นตอนการทำโครงงาน ประกอบด้วย
ชื่อโครงงาน ปัญหา วัตถุประสงค์ กระบวนการสร้างผลงาน และการนำไปใช้ตามวัตถุประสงค์

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

อภิปรายก่อนการทำกิจกรรม

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสำคัญของกิจกรรมการเขียนเค้าโครงของโครงงาน
วิทยาศาสตร์

ปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์

อภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลของการฝึกกิจกรรม
2. นักเรียนเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์

สื่อการเรียนรู้การสอน

แบบฟอร์มการเขียนโครงการ แผ่นใส ปากกาเขียนแผ่นใส

การประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. ทำแบบฝึกหัดจากกิจกรรม

แผนการสอนกลุ่มควบคุม

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

เรื่อง การเสนอโครงการ

เวลา 2 คาบ

คาบที่ 13 - 14

ความคิดรวบยอด

นำเสนอเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

เสนอเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ต่อเพื่อนนักเรียน

จุดประสงค์ของกิจกรรม

นักเรียนนำเสนอเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ต่อเพื่อนนักเรียน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. นักเรียนนำเสนอเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ต่อเพื่อนนักเรียน
2. ครูและนักเรียนอภิปรายซักถาม
3. สรุปผลของการนำเสนอว่าควรที่จะทำได้หรือไม่

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. ห้องประชุม
2. อุปกรณ์ เช่น เครื่องฉายข้ามศีรษะ แผ่นใส ปากกาเขียนแผ่นใส

การประเมินผล

สังเกตจากโครงการที่นำเสนอ

แผนการสอนกลุ่มควบคุม

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

เรื่อง การทำสิ่งประดิษฐ์

เวลา 6 คาบ

คาบที่ 15 - 20

ความคิดรวบยอด

ทำสิ่งประดิษฐ์ที่คิดจากหัวข้อเรื่องและนำเสนอเป็นโครงการแล้ว

จุดประสงค์การเรียนรู้

ลงมือทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์คนละ 1 โครงการ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์จากแนวความคิดของนักเรียนที่เขียนเป็นโครงการไว้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ให้นักเรียนปฏิบัติการลงมือทำสิ่งประดิษฐ์จำนวน 3 ครั้งครั้งละ 2 คาบต่อสัปดาห์
2. ให้นักเรียนเขียนแบบรายงานความคิด และกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ตามแบบฟอร์มที่ครูมอบให้
3. นำแบบรายงานความคิด แบบบันทึกกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์พร้อมทั้งสิ่งประดิษฐ์ 1 ชิ้นที่นักเรียนทำขึ้น ส่งให้คุณครู

สื่อการเรียนรู้การสอน

อุปกรณ์ที่นักเรียนใช้ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์

การประเมินผล

นำแบบรายงานความคิด แบบบันทึกกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์สิ่งประดิษฐ์ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านประเมินโดยใช้แบบประเมินความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของโครงการและสิ่งประดิษฐ์

ภาคผนวก ค

แบบฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์

แบบฝึกการสร้างสรรค์ทางเลือกและการตระหนักและมองเห็นปัญหา

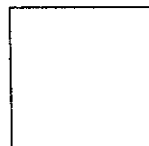
การสร้างสรรค์ทางเลือก

การสร้างสรรค์ทางเลือกเป็นการหาทางเลือกให้ได้มากที่สุด แม้ว่าจะได้พบทางเลือกที่คิดว่าดีแล้วแต่ก็ยังหาทางเลือกให้มากที่สุดเท่าที่จะหาได้ การหาทางเลือกตามแนวความคิดนอกกรอบจึงมีจุดประสงค์ที่จะหลีกหนีความคิดในรูปแบบเดิมไปสู่ความคิดในรูปแบบใหม่

การหาทางเลือกตามความคิดนอกกรอบจึงไม่ควรด่วนตัดสินใจเลือกทางใดจนกว่าจะได้หาทางเลือกให้ได้มากที่สุดแล้ว

ตัวอย่าง

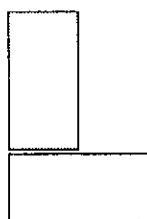
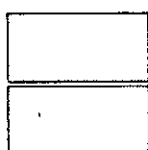
ลองทำดูซิ



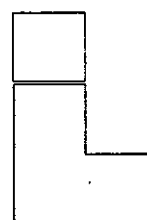
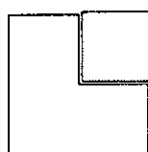
จากรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ครูแจก ให้นักเรียนตัดแบ่งรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสแล้วนำมาประกอบเป็นรูปตัวแอล(L)โดยที่รูปตัวแอลที่ได้จะต้องมีพื้นที่เท่ากับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเดิม และมีข้อแม้ว่าห้ามแบ่งมากกว่า 2 ครั้ง

รูปที่นักเรียนแบ่งได้คือ.....

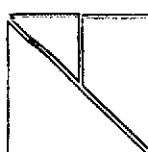
ก.



ข.

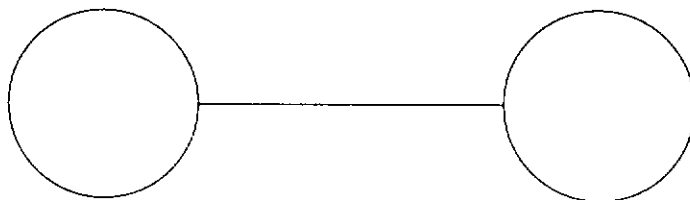


ค.



แบบฝึกหัด

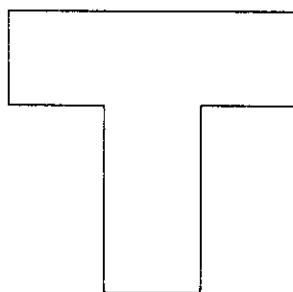
คำชี้แจง จากรูปภาพให้นักเรียนบรรยายว่าเป็นรูปของอะไรได้บ้าง โดยพยายามจินตนาการให้ได้ทางเลือกมากที่สุด



ข้อ 1.

ทางเลือก

- ก.
- ข.
- ค.
- ง.
- จ.



ข้อ 2.

ทางเลือก

- ก.
- ข.
- ค.
- ง.
- จ.

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นต่อไปนี้ตามจินตนาการของนักเรียน
 “เสียงเป็นพลังงานที่เกิดจากการสั่นสะเทือนเสียงสามารถเดินทางผ่านตัวกลางชนิดต่าง ๆ เช่น เหล็ก
 น้ำ อากาศ ได้แตกต่างกัน”

ถ้าทุกสิ่งทุกอย่างบนโลกนี้ไม่มีการสั่นสะเทือน นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรในการติดต่อสื่อสารกัน



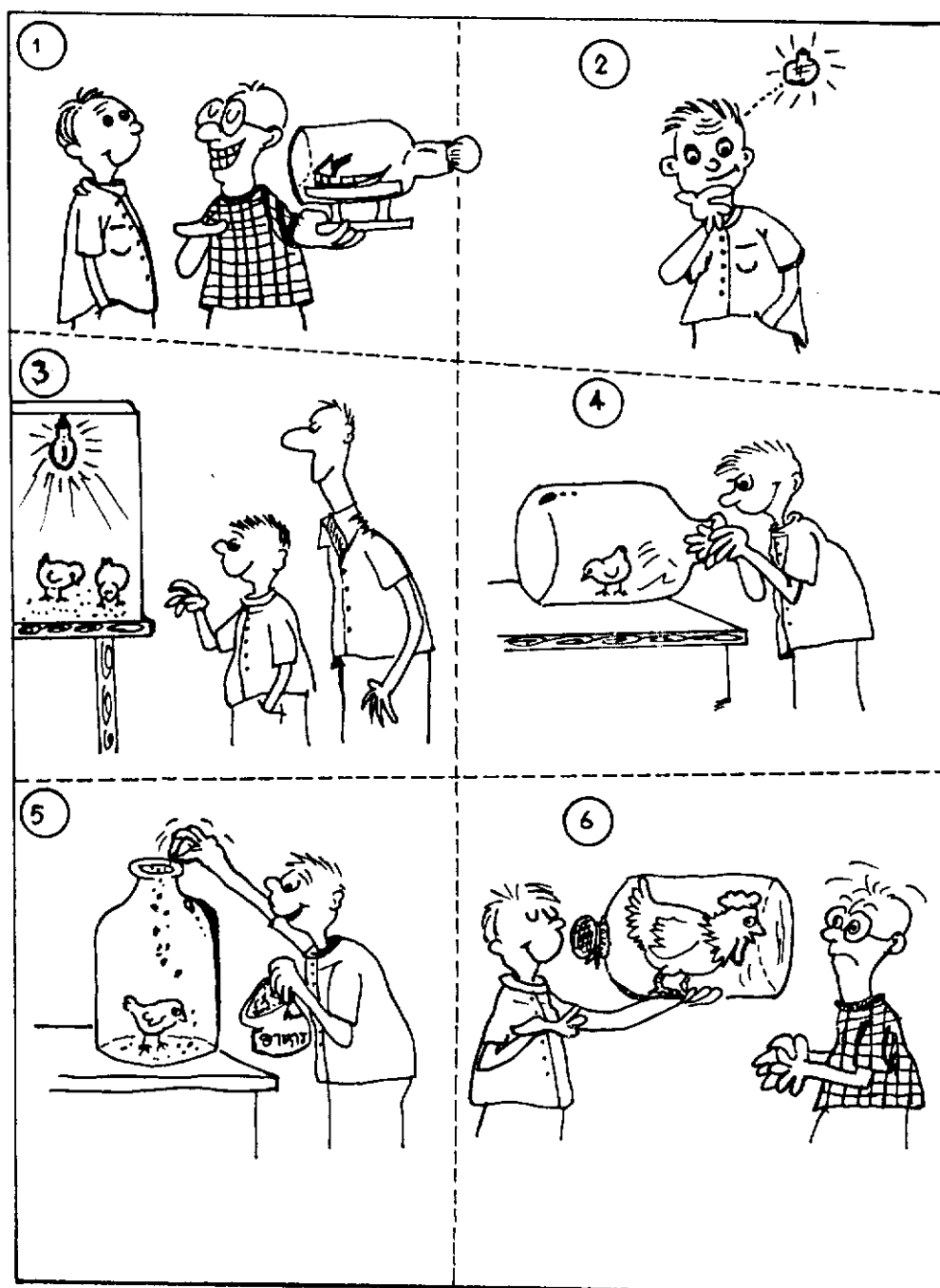
- ก.
- ข.
- ค.
- ง.
- จ.

ตระหนักและเห็นความสำคัญของปัญหา

การตระหนักและเห็นความสำคัญของปัญหา หมายถึง การได้ศึกษาเรื่องราวจากสถานการณ์ วิเคราะห์หาปัญหา แสดงความคิดเห็นต่อปัญหา และลงข้อสรุปของปัญหา

แล้วจึงนำปัญหาจากสถานการณ์มาคิดพิจารณาเพื่อคาดการณ์ล่วงหน้า และนำไปสู่การตั้งสมมติฐานต่อไป

การ์ตูนสถานการณ์



คำชี้แจงให้นักเรียนศึกษาเรื่องราวจากการ์ตูนสถานการณ์และตอบคำถามต่อไปนี้

1. ตามความเห็นของนักเรียน ควรตั้งชื่อเรื่องนี้ว่าอย่างไร

.....

2. นักเรียนมีเหตุผลอย่างไรในการตั้งชื่อเรื่องเช่นนี้

.....

.....

3. สาระหรือใจความสำคัญของเรื่องนี้คืออะไร

.....

.....

4. จากการ์ตูนสถานการณ์ นักเรียนคิดว่าเด็กผู้ชายจะอย่างไรเมื่อพบว่าไก่ที่นำมาเลี้ยงไว้ในขวดไม่เจริญเติบโต

.....

.....

ข้อสรุปของสถานการณ์ดังกล่าวนี้คืออะไร

.....

.....

ความคิดเห็นของนักเรียนต่อข้อสรุป

☐ แนใจว่าถูกต้อง

☐ ไม่แนใจว่าถูกต้อง

เหตุผล

.....

5. จากปัญหา “จะอย่างไรถ้าจะสร้างบ้านจำลองขึ้นในขวดใบนั้น” สิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหามีอะไรบ้าง

.....

.....

6. จากปัญหาตามข้อ 5 ให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบ โดยพิจารณาในส่วนที่เป็นเหตุและส่วนที่เป็นผล
สาเหตุ

ผล

7. เมื่อนักเรียนนำข้อความในข้อ 6 มาเชื่อมกันเขียนเรียบเรียงใหม่ให้อยู่ในรูปประโยค ถ้า.....
แล้ว.....

ข้อความนี้จะเรียกว่าสมมติฐาน ดังนั้นสมมติฐานจากสถานการณ์นี้คือ

.....

.....

.....

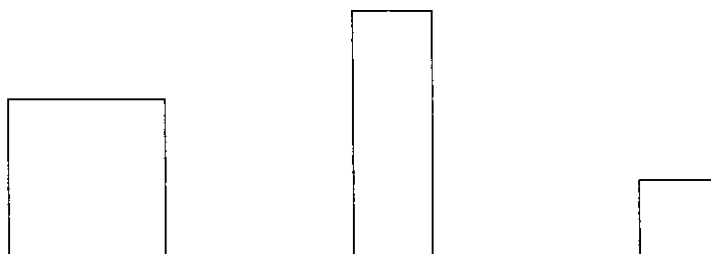
แบบฝึกการตรวจสอบสมมติฐานและการตั้งสมมติฐาน

การตรวจสอบสมมติฐาน

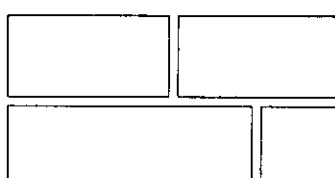
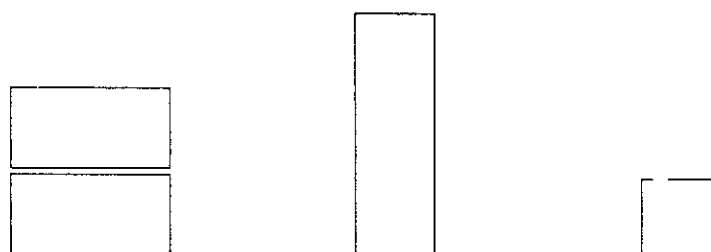
การตรวจสอบสมมติฐานโดยการคิดนอกกรอบ เป็นการตรวจสอบเพื่อคลายความติดขัดกับสมมติฐาน สมองและจิตใจจะได้เปิดกว้าง หรือจะรับทางเลือกอื่น การตรวจสอบเพื่อคลายความติดขัดกับสมมติฐานยังสามารถปลดปล่อยข้อมูลที่ติดขัดกับสมมติฐานให้หลุดออกมา มีอิสรภาพที่จะจัดเรียงเป็นมุมมองใหม่

ตัวอย่าง

ลองทำดูซิ

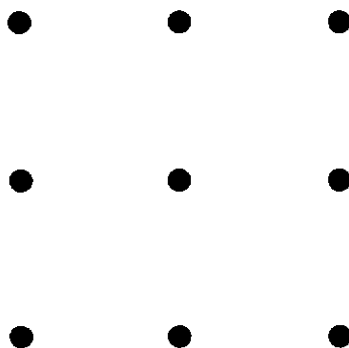


1. จากรูปทรงสี่เหลี่ยมที่กำหนดให้ 3 รูป นักเรียนจงนำมาประกอบเป็นสี่เหลี่ยมรูปใหญ่ 1 รูป
2. ถ้านักเรียนประกอบไม่ได้ ให้นักเรียนลองตรวจสอบรูปสี่เหลี่ยมแต่ละรูปที่กำหนดให้ จะพบว่า มีรูปสี่เหลี่ยมที่สามารถแบ่งเป็นสี่เหลี่ยมเล็กได้ 2 รูปเท่า ๆ กัน
3. นักเรียนลองนำสี่เหลี่ยมเหล่านั้นมาประกอบเป็นสี่เหลี่ยมใหญ่ใหม่อีกครั้ง



แบบฝึกหัด

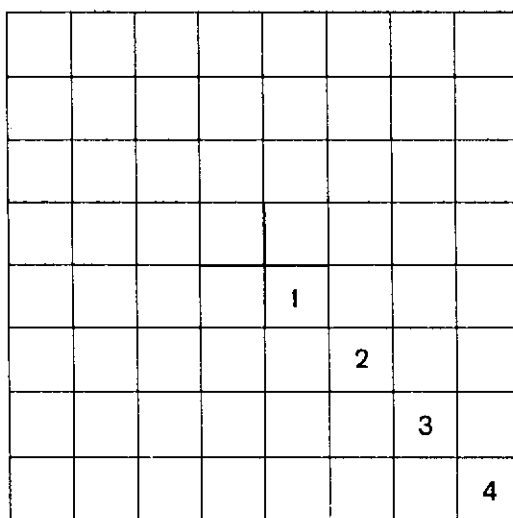
คำชี้แจง จากรูปภาพมีจุดอยู่ 9 จุด ให้นักเรียนลากเส้นตรงผ่านจุดทั้ง 9 ให้ครบหมดโดยลากได้เพียง 4 เส้น และห้ามยกปลายดินสอหรือปากกาโดยเด็ดขาด



ถ้านักเรียนลากไม่ได้ลองเปลี่ยนสมมติฐานดูใหม่อีกที

ผลการปฏิบัติกิจกรรม ☐ สำเร็จ ☐ ไม่สำเร็จ

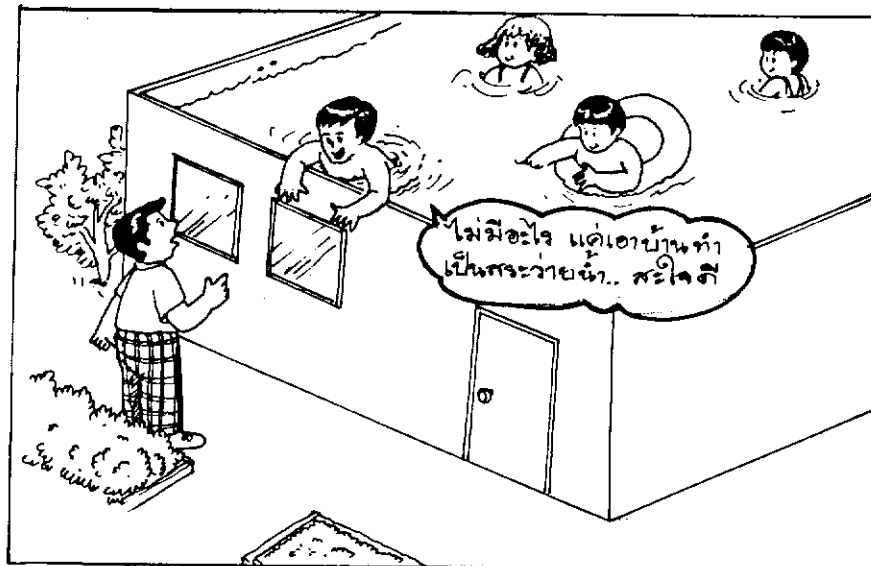
คำชี้แจง จากกระต่ายรูปตารางหมากรุกขอส ให้นักเรียนแบ่งออกเป็นสี่ส่วนเท่า ๆ กัน โดยสี่เหลี่ยมที่แบ่งได้ต้องมีรูปร่างเหมือนกัน โดยมีสี่เหลี่ยมที่มีเครื่องหมาย 1, 2, 3, 4 เป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย



ถ้านักเรียนลากไม่ได้ลองเปลี่ยนสมมติฐานดูใหม่อีกที

ผลการปฏิบัติกิจกรรม ☐ สำเร็จ ☐ ไม่สำเร็จ

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาภาพนี้ โดยใช้เวลา 2-3 นาที



นักเรียนลองพิจารณาเหตุการณ์ในภาพนี้ แล้วช่วยตั้งปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องราวในภาพ

- ปัญหา ข้อที่ 1.
- ข้อที่ 2.
- ข้อที่ 3.
- ข้อที่ 4.
- ข้อที่ 5.

นักเรียนช่วยหาคำตอบจากปัญหาที่นักเรียนตั้งขึ้นด้วย

- คำตอบ ข้อที่ 1.
- ข้อที่ 2.
- ข้อที่ 3.
- ข้อที่ 4.
- ข้อที่ 5.

การตั้งสมมติฐาน

สมมติฐาน คือ การหาคำตอบของปัญหาล่วงหน้าอย่างมีเหตุผลจากการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม โดยจะต้องเป็นสิ่งที่ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

ตัวอย่าง

ลองคิดดูซิ



ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องราวในภาพ คือ

1. ค้างคาวตัวขวาสุดในภาพเกาะไม่เหมือนค้างคาวตัวอื่น ๆ แสดงว่ามาจากที่อื่น
2. ค้างคาวตัวขวาสุดปีกข้างหนึ่งตกแสดงท่าเหนื่อยมาก เพราะบินมาไกลมาก
3. กรุงเทพฯอากาศไม่บริสุทธิ์ค้างคาวจึงอพยพมาหาที่อยู่อื่น

จากสาเหตุที่ทำให้ค้างคาวตัวขวาสุดเกาะไม่เหมือนตัวอื่น ๆ คือ เกาะเอาหัวขึ้นอาจคาดคะเนคำตอบได้ดังนี้

1. ขาของค้างคาวตัวขวาสุดบาดเจ็บไม่สามารถใช้เกาะได้
2. ปีกของค้างคาวตัวขวาสุดพิการใช้บินไม่ได้
3. ควันพิษที่มีอยู่มากมายในกรุงเทพฯทำให้ค้างคาวที่อพยพไปมีอาการที่แปลกกว่าค้างคาวในท้องถิ่นนั้น ๆ

ความรู้เพิ่มเติม

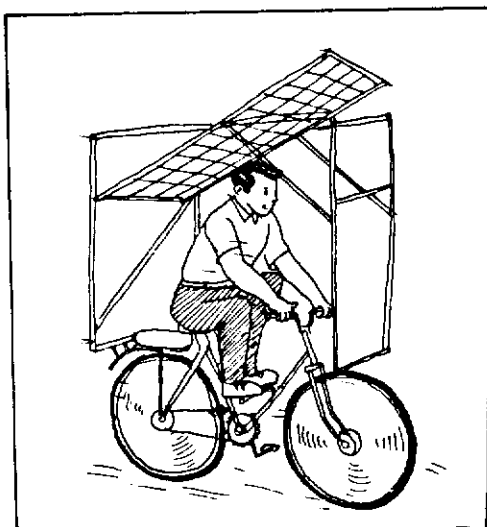
ค้างคาวมีการพัฒนารูปร่างที่เหมาะสมกับการบิน รูปร่างทรงกระบอกเพรียวลม มีจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายอยู่ที่บริเวณหน้าอก กระดูกแขนและนิ้วยาวมาก ซึ่งแต่ละนิ้วจะยึดติดด้วยแผ่นหนังแล้วอ้อมมายังปลายหางและขา ทัวแผ่นหนังปีกนี้จะมีร่างแหของเส้นใยกล้ามเนื้อและเส้นโลหิตกระจายอยู่เต็มไปหมด

จากการศึกษาความรู้เพิ่มเติมสมมติฐานที่นักเรียนจะตั้งใหม่คือ.....

.....

.....

แบบฝึกหัด



คำชี้แจง จากภาพจงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จักรยานสร้างความสะดวกสบายให้กับมนุษย์ในการเดินทางแต่ก็ยังสะดวกไม่เท่ากับรถยนต์เพราะต้องใช้ขาออกแรงถีบจักรยานจึงจะเคลื่อนที่ได้

- ☐ จริง ☐ น่าจะจริง ☐ ข้อมูลไม่พอ
☐ น่าจะเท็จ ☐ เท็จ

2. จักรยานที่นักเรียนเห็นในรูปสามารถเคลื่อนที่ไปเองได้

- ☐ จริง ☐ น่าจะจริง ☐ ข้อมูลไม่พอ
☐ น่าจะเท็จ ☐ เท็จ

3. จักรยานจะเคลื่อนที่ไปเองได้ด้วยพลังงานกลที่แปรสภาพมาจากแสงแดด

- ☐ จริง ☐ น่าจะจริง ☐ ข้อมูลไม่พอ
☐ น่าจะเท็จ ☐ เท็จ

4. แผ่นหลักสี่เหลี่ยมที่อยู่ข้างบนเป็นแผ่นรับพลังงานแสงแดดสะสมไว้แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าและพลังงานกล ทำให้จักรยานที่เห็นในรูปเคลื่อนที่ไปตัวเองโดยไม่ต้องใช้ขาถีบ

- ☐ จริง ☐ น่าจะจริง ☐ ข้อมูลไม่พอ
☐ น่าจะเท็จ ☐ เท็จ

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ต่อไปนี้และตั้งสมมติฐาน

1. จากสภาพรถติดในกรุงเทพมหานครทำให้คนที่ติดอยู่ในรถยนต์ไม่สามารถขับถ่ายของเสียโดยเฉพาะของเสียที่เป็นของเหลว ให้นักเรียนประดิษฐ์อุปกรณ์ที่ใช้ในการขับถ่ายของเสียเช่นปัสสาวะโดยใช้อุปกรณ์ต่อไปนี้

ขวดพลาสติก กระโถน กาวติดพลาสติก สายยาง

สมมติฐาน คือ.....

.....

.....

2. น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่กำลังเหลือน้อย และขาดแคลน นักเรียนจะมีวิธีประหยัดน้ำ โดยการอาบน้ำอย่างไรจึงจะประหยัดที่สุด

สมมติฐาน คือ.....

.....

.....

แบบฝึกการประมูมระดมความคิดและการอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม

การประมูมระดมความคิด

การประมูมระดมความคิดเป็นการเปิดโอกาสให้เกิดการกระตุ้นทางความคิดระหว่างบุคคลในที่ประมูม ถึงแม้บางครั้งในที่ประมูมผู้รับฟังความคิดอาจแปลความหมายผิดไปจากความหมายเดิมของผู้ถ่ายทอดความคิด แต่ความคิดนั้นก็ยังมีประโยชน์ต่อที่ประมูมเพราะจะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดความคิดใหม่ขึ้นในสมองของผู้ที่แปลความหมายนั้นผิดจนกลายเป็นความคิดสร้างสรรค์ขึ้นมา

ตัวอย่าง

ลองศึกษาดูซิ

การประมูม คือ กิจกรรมของบุคคลกลุ่มหนึ่ง ที่มาพบปะกันโดยมีจุดประสงค์เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด โดยจัดให้มีองค์ประกอบดังนี้

- สถานที่ประมูม
- ผู้จัดประมูม คือ ผู้จัดให้มีการประมูมโดยกำหนดเรื่อง ผู้เข้าประมูม เตรียมบันทึกประมูม
- ผู้เข้าประมูม คือ ผู้เข้าร่วมประมูมโดยมีหน้าที่และมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นและจัดให้มี

ตำแหน่งดังต่อไปนี้

1. ประธาน ทำหน้าที่ควบคุมการประมูมทั้งหมด
2. รองประธาน ทำหน้าที่แทนประธาน เมื่อประธานไม่อยู่
3. เลขานุการ ทำหน้าที่จัดระเบียบวาระการประมูมและบันทึกรายงานการประมูม
4. ผู้ช่วยเลขานุการ ทำหน้าที่ช่วยเลขานุการ
5. กรรมการ ทำหน้าที่พิจารณาเรื่องที่อยู่ในวาระการประมูม
6. ประชาสัมพันธ์ ทำหน้าที่เผยแพร่ข่าวสารและสร้างความสัมพันธ์อันดีต่อกัน

คำชี้แจง ให้นักเรียนจัดประมูมระดมความคิดตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. แบ่งนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 6 คน
2. จัดแบ่งหน้าที่ตามตำแหน่งของผู้เข้าร่วมประมูม
3. วาระการประมูม

กลุ่มที่ 1 การรณรงค์ให้นักเรียนร่วมกันประหยัดน้ำ

กลุ่มที่ 2 การจัดทำเครื่องกรองน้ำดื่มอย่างง่ายและประหยัด

กลุ่มที่ 3 การจัดทำเครื่องกรองน้ำคว้นพิษจากสิ่งแวดล้อม

กลุ่มที่ 4 การก่อสร้างบริษัทจำลองผลิตวัสดุที่จำเป็นในท้องถิ่น

4. รายงานการประชุม

รายงานการประชุม.....(1)

ครั้งที่(2)

เมื่อ(3)

ณ(4)

ผู้มาประชุม 1.(5)

2.

3.

4.

5.

6.

ผู้ไม่มาประชุม 1.(6)

2.

เริ่มประชุมเวลา(7)

(8).....

.....

.....

.....

เลิกประชุมเวลา(9)

ลงชื่อ(10)

ผู้เขียนรายงานการประชุม

1. รายงานการประชุม ให้ลงชื่อคณะกรรมการหรือชื่อการประชุม นั้น ๆ
2. ครั้งที่ ให้ลงครั้งที่ประชุม เช่น ครั้งที่ 1/2537
3. เมื่อ ให้ลงวันที่ เดือน พ.ศ. ที่ประชุม
4. ณ ให้ลงชื่อสถานที่ประชุม
5. ผู้มาประชุม ให้ลงชื่อผู้มาประชุม
6. ผู้ไม่มาประชุม ให้ลงชื่อผู้ไม่มาประชุม
7. เริ่มประชุมเวลา ให้ลงเวลาเริ่มประชุม
8. ข้อความ ให้บันทึกเรื่องราวในการประชุม เริ่มด้วยประธานกล่าวเปิดประชุม อ่านรายงานการประชุมครั้งก่อนให้ที่ประชุมรับรองหรือแก้ไข เริ่มเรื่องที่ประชุม ถ้ามีหลายเรื่องให้แบ่งเป็นวาระ ๆ และจัดให้มีมติไว้ทุกเรื่อง
9. เลิกประชุม ให้ลงเวลาเลิกประชุม
10. ลงชื่อ ให้ลงชื่อผู้เขียนรายงานการประชุม

การอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม

เป็นการประชุมกลุ่มบุคคล เพื่อศึกษาแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทุกคนจะมีส่วนในการพูดแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของบุคคลอื่น การอภิปรายกลุ่มเพื่อออกแบบการทดลองเป็นการแสดงความคิดเห็นของบุคคลภายในกลุ่มจนได้เป็นข้อสรุป

ตัวอย่าง

ลองศึกษาดูซิ

ปัญหา น้ำมีแรงดันหรือไม่ จะพิสูจน์ได้อย่างไรว่าน้ำมีแรงดัน

ตัวแปรต้นคือ.....

ตัวแปรตามคือ.....

ตัวแปรควบคุมคือ.....

สมมติฐานในการทดลองนี้คือ.....

.....

ความรู้เพิ่มเติม

น้ำเป็นสารชนิดหนึ่ง เมื่อขังน้ำไว้ในที่สูง น้ำจะมีความกดดันมาก เช่น การสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำไว้ในที่สูงและปล่อยลงมาหมุนเครื่องจักรผลิตกระแสไฟฟ้าได้ ความกดดันของอากาศหรือแรงดันนี้เองทำให้น้ำมีแรงดัน

จากการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมและกำหนดอุปกรณ์ตามรายการ

1. จานโฟม
2. ถ้วยกระดาษ
3. หลอดกาแฟชนิดงอได้
4. เทปขาว

สมมติฐานการทดลอง ดังได้ดังนี้คือ.....

.....

ให้นักเรียนจัดอภิปรายในกลุ่มเพื่อออกแบบการทดลอง

จากการอภิปรายร่วมกันในกลุ่มเพื่อออกแบบการทดลองได้ข้อสรุปดังนี้

.....

.....

.....

.....

แบบฝึกการหาจุดรับรู้แรก พื้นที่รับรู้ และปฏิบัติการทดลอง

จุดรับรู้แรก

จุดรับรู้แรก หมายถึง ส่วนแรกของสถานการณ์หรือปัญหาที่สมองรับรู้ หรือพื้นที่รับรู้ครั้งแรกนั่นเอง ซึ่งอาจติดตามด้วยพื้นที่รับรู้อื่นอีกหรือไม่ก็ได้ โดยขึ้นอยู่กับความสลับซับซ้อนของสถานการณ์ ในการหามุมมองใหม่ การเลือกจุดรับรู้แรกมีความสำคัญมาก เพราะว่าถ้าหากไม่มีพื้นที่รับรู้อื่นของสถานการณ์เดียวกันติดตามมา การเปลี่ยนจุดรับรู้แรกก็จะก่อให้เกิดมุมมองใหม่

ตัวอย่าง

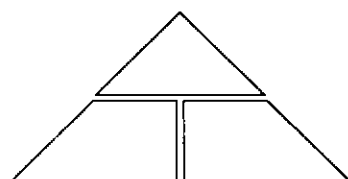
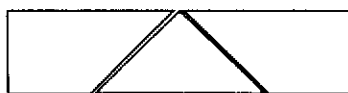
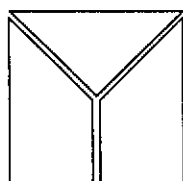
คำชี้แจง จงแบ่งสามเหลี่ยมรูปหนึ่งออกเป็นสามส่วน โดยสามส่วนที่ได้สามารถประกอบกันใหม่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส

1. ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ ไม่ได้กำหนดรูปร่างของสามเหลี่ยม ขึ้นแรกจึงควรเลือกรูปร่างของสามเหลี่ยมเสียก่อน แล้วจึงแบ่งตามที่โจทย์ต้องการ

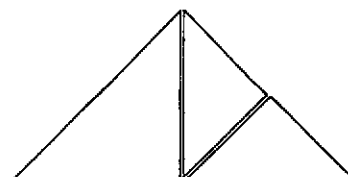
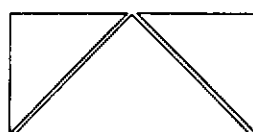
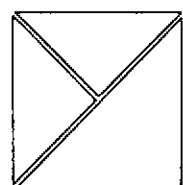
2. ในทางกลับกันเราอาจเริ่มต้นในสิ่งที่ยากก่อน ด้วยการเริ่มต้นที่ผลลัพธ์ก่อน คือ เริ่มต้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัสก่อนเพราะมีรูปร่างแบบเดียวคือสี่ด้านเท่ากันหมด จึงไม่ต้องหารูปร่างของสี่เหลี่ยมจัตุรัสให้เสียเวลา ต่อจากนั้นจึงหาวิธีแบ่งตามที่โจทย์ต้องการ

รูปที่นักเรียนแบ่งได้คือ.....

ก.



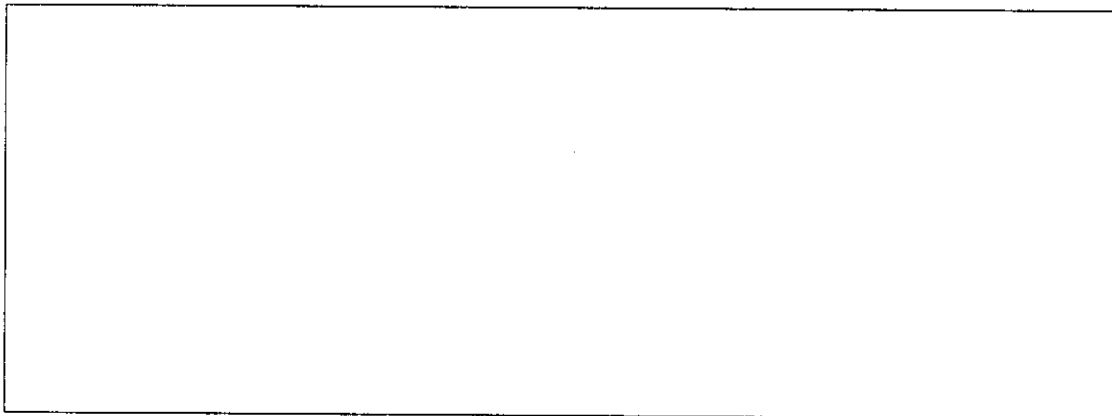
ข.



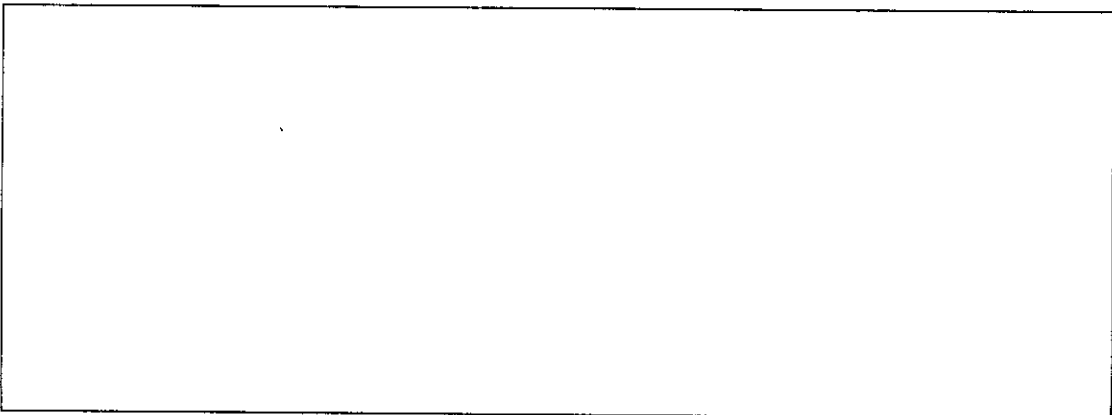
แบบฝึกหัด

คำชี้แจง จงวาดรูปอะไรก็ได้ ถ้าตัดรูปที่วาดนั้นเพียงครั้งเดียว ก็สามารถแบ่งรูปนั้นออกเป็นสี่ส่วน ที่มีขนาด รูปร่าง และพื้นที่เท่ากันทุกประการ โดยมีเงื่อนไขว่าห้ามพับรูปก่อนตัด

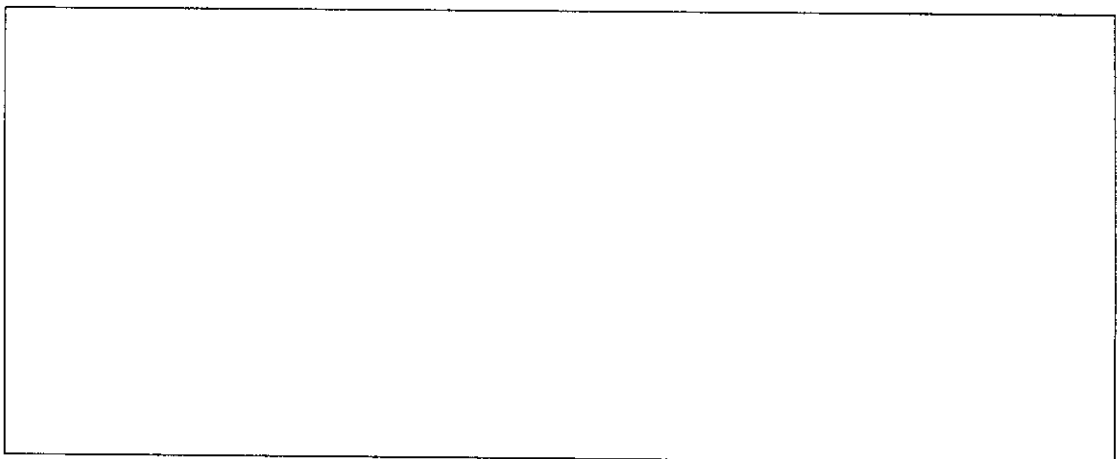
รูปที่ 1



รูปที่ 2



รูปที่ 3

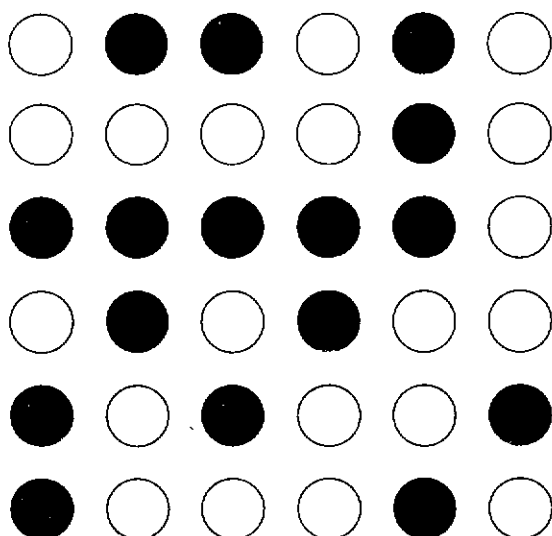


พื้นที่รับรู้

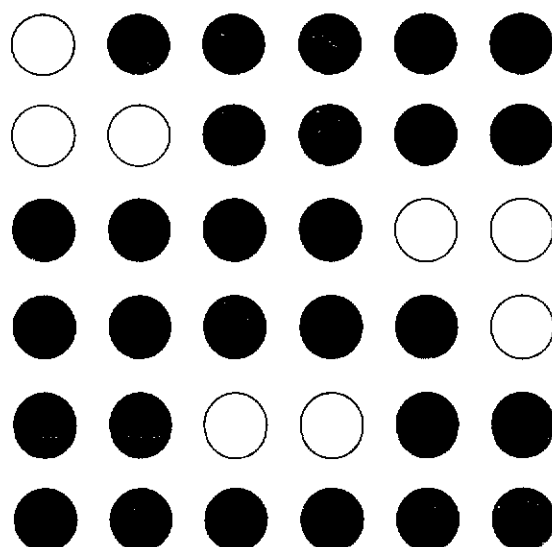
พื้นที่รับรู้หมายถึง ส่วนของสถานการณ์หรือปัญหาที่สมองรับรู้ โดยปกติแล้วการรับรู้จะเริ่มต้นที่จุดรับรู้แรก แล้วจึงขยายออกครอบคลุมพื้นที่รับรู้ส่วนอื่น ๆ ของสถานการณ์หรือปัญหาเดียวกันนั้น โดยบางครั้งก็ครอบคลุมได้ทั่วถึง แต่บางครั้งก็ครอบคลุมไม่ทั่วถึง แต่ก็สามารถแก้ไขได้ถ้ามีการขยายหรือเปลี่ยนพื้นที่รับรู้สู่ส่วนที่ครอบคลุมไม่ถึงนั้น

คำชี้แจง จากรูปภาพมีวงกลมขนาดเล็ก ประกอบเป็นรูปสี่เหลี่ยมสองรูป ในแต่ละรูปสี่เหลี่ยม จงนับวงกลมทีบด้วยวิธีที่เร็วที่สุด

รูปที่ 1



รูปที่ 2



จำนวนวงกลมที่นักเรียนนับได้รูปที่ 1.....

จำนวนวงกลมที่นักเรียนนับได้รูปที่ 2.....

ในรูปที่ 1 วิธีที่นักเรียนใช้นับคือ.....

.....

ในรูปที่ 2 วิธีที่นักเรียนใช้นับคือ.....

.....

การปฏิบัติการทดลอง

การปฏิบัติการทดลองเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญยิ่ง ในการนำสิ่งที่ เป็นแนวคิดไปสู่การปฏิบัติ เพราะสมมติฐานที่กำหนดขึ้นมาทำหน้าที่ชี้แนะแนวทางในการออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน และสมมติฐานยังเป็นตัวที่จะนำไปเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลองเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วพิจารณาปัญหาและสาเหตุ และหาแนวทางแก้ไข

“ปัญหาที่ชุมชนขนาดใหญ่จะต้องประสบเมื่อมีประชากรมาอยู่รวมกันเป็นจำนวนมากก็คือ ขยะอันเป็นสิ่งที่ใช้ไม่ได้แล้วหรือสิ่งเหลือใช้ที่มีอยู่มากมายในปัจจุบัน เช่น ขวดพลาสติก กระป๋องน้ำอัดลม เป็นต้น”

จากปัญหาดังกล่าว นักเรียนตั้งเป็นสมมติฐานได้ว่า.....

.....

ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่นักเรียนตั้งขึ้น

จากรายการอุปกรณ์ต่อไปนี้ ให้นักเรียนดำเนินการทดลองตามที่ออกแบบการทดลองไว้ กระป๋องน้ำอัดลม ขวดน้ำพลาสติก เศษกระดาษ กรรไกร คัตเตอร์ กาว หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่นักเรียนหาได้เอง

.....

เมื่อนักเรียนทำการทดลองตามที่วางแผนไว้เรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองที่ได้

.....

ผลการทดลองสร้างสิ่งประดิษฐ์สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาตามที่นักเรียนตั้งสมมติฐานไว้คือ.....

.....

แบบฝึกการกระตุ้นสมองและการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

การกระตุ้นสมอง

การกระตุ้นสมองเป็นการกระตุ้นจากภายนอกมมองเดิมเพื่อสร้างสรรค์มุมมองใหม่ การกระตุ้นสมองใช้ทั้งกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง ตัวกระตุ้นสมองได้มาจาก

1. การเปิดกว้าง เป็นการเปิดใจให้กว้างพร้อมที่จะรับทุกสิ่งทุกอย่างอย่างไรก็ได้
2. การจงใจหา เป็นการจงใจใช้วิธีการเฉพาะในการเพิ่มความน่าจะเป็นของการเกิดตัวกระตุ้นสมองที่แท้จริง

ตัวอย่าง

คำชี้แจง จากพจนานุกรม นิตยสาร วารสาร หรือสิ่งพิมพ์ที่ครูแจกให้นักเรียนใช้การกระตุ้นสมอง คำศัพท์ ตัวหนึ่งหมายถึงเลขที่หน้าของพจนานุกรม อีกตัวหนึ่งหมายถึงตำแหน่งของคำศัพท์ในหน้านั้น แล้วนำไปสัมพันธ์กับคำศัพท์ที่กำหนดขึ้นหรือปัญหาที่กำหนดขึ้น

1. ให้นักเรียนสุ่มตัวเลข 2 ตัวจากตารางเลขสุ่มต่อไปนี้

10480	15011	01516	02011	81647	91646	69179	14194	62590	36207	20969	99570	91290	90700
22368	46573	25595	85393	30995	89198	27982	53402	93965	34095	52666	19174	39615	99505
24130	48360	22527	97265	76393	64809	15179	24830	49340	32081	30680	19655	63348	58629
42167	93093	06243	61680	07856	16376	39440	53537	71341	57004	00849	74917	97758	16379
37570	39975	81837	16656	06121	91782	60468	81305	49684	60672	14110	06927	01263	54613
77921	06907	11008	42751	27756	53498	18602	70659	90655	15053	21916	81825	41194	42880
99562	72905	56420	69994	98872	31016	71194	18738	44013	48840	63213	21069	10634	12952
96301	91977	05463	07972	18876	20922	94595	56869	69014	60045	18425	84903	42508	32307
89579	14342	63661	10281	17453	18103	57740	84378	25331	12566	58678	44947	05585	56941
85475	36857	53342	53988	53060	59533	38867	62300	08158	17983	16439	11458	18593	64952
28918	69578	88231	33267	70997	79936	56865	05859	90106	31595	01547	85590	91610	78188
63553	40961	48235	03427	49626	69445	18663	72695	52180	20847	12234	90511	33703	90322
09429	93969	52636	92737	88947	33488	36320	17617	30015	08272	84115	27156	30613	74952
10365	61129	85729	85689	48237	52267	67689	93394	01511	26358	85104	20285	29975	89868
07119	97336	71048	08178	77233	13916	47564	81056	97735	85977	29372	74461	28551	90707
51085	12765	51821	51259	77452	16308	60756	92144	49442	53900	70960	63990	75601	40719
02368	21382	52404	60268	89368	19885	55322	44819	01188	65255	64835	44919	05944	55157
01011	54092	33362	94004	31273	04146	18594	29852	71585	85030	51132	01915	92747	64951
52162	53916	46369	58586	23216	14513	83149	98736	23495	64350	94738	17752	25156	35749
07056	97628	33787	09998	42698	06691	76988	13602	51851	46104	88916	19509	25625	38104
48663	91245	85828	14346	09172	30168	90229	04734	59193	22178	30421	61666	99904	32812
54164	58492	22421	74103	47070	25306	76468	26384	58151	96646	21524	15227	96909	44592
32639	32363	05597	24200	13363	38005	94342	28728	35806	06912	17012	64161	18296	22851
29334	27001	87637	87308	58731	00256	45834	15398	46557	41135	10367	07684	36188	18510
02488	33062	28834	07351	19731	92420	60952	61280	50001	67658	32586	86679	50720	94953
81525	72295	04839	96423	24878	82651	66566	14778	76797	14780	13300	87074	79666	95725
29676	20591	68086	26432	46901	20849	89768	81536	86645	12659	92259	57102	80428	25280
00742	57392	39064	66432	84673	40027	32832	61362	98947	96067	64760	64584	96096	98253
05366	04213	25669	26422	44407	44048	37937	63904	45766	66134	75470	66520	34693	90449
91921	26418	64117	94305	26766	25940	39972	22209	71500	64568	91402	42416	07844	69618
00582	04711	87917	77341	42206	35126	74087	99547	81817	42607	43808	76655	62028	76630
00725	69884	62797	56170	86324	88072	76222	36086	84637	93161	76038	65855	77917	88006
69011	65795	95876	55293	18988	27354	26575	08625	40801	59920	29841	80150	12777	48501
25976	57948	29888	88604	67917	48708	18912	82271	65424	69774	33611	54262	85963	03547
09763	83473	73577	12908	30883	18317	28290	35797	05998	41688	34952	37888	38917	88050
91567	42595	27958	30134	04024	86385	29880	99730	55536	84855	29080	09250	79656	73211
17955	56349	90999	49127	20044	59931	06115	20542	18059	02008	73708	83517	36103	42791
46503	18584	18845	49618	02304	51038	20655	58727	28168	15475	56942	53389	20562	87338
92157	89637	94824	78171	84610	82834	09922	25417	44137	48413	25555	21246	35509	20468
14577	62765	35605	81263	39667	47358	56873	56307	61607	49518	89656	20103	77490	18062
98427	07523	33362	64270	01638	92477	66967	98420	04880	43385	46565	04102	46880	45709
31914	63976	88720	82765	34476	17032	87589	40836	32427	70002	70663	88863	77775	89348
70060	28277	38475	46473	23219	53416	94970	25832	69975	94884	19661	72828	00102	66794
53976	54914	06990	67245	68350	82948	11398	42878	80287	88267	47363	46634	06541	97809
76072	29515	40980	07391	58745	25774	22987	80059	39911	96189	41151	14222	60697	59583
90725	52210	83974	29992	65831	38857	50490	83765	55657	14361	31720	57375	56228	41546
64364	67412	33339	31926	14883	24413	59744	92351	97473	89286	35931	04110	23736	51900
08962	00358	31662	25388	61642	34072	81249	35648	56891	69352	48373	45578	78547	81788
95012	68379	93526	70765	10592	04542	76463	54328	02349	17247	28865	14777	62730	92277
15664	10493	20492	38391	91132	21999	59516	81652	27195	48223	46751	22923	32261	85653

2. ตัวเลขที่นักเรียนสุ่มได้คือ
ตัวที่หนึ่ง.....ตัวที่สองคือ.....
3. นำตัวเลขที่ได้จากการสุ่มมาเปิดหาค่าจาก พจนานุกรม นิตยสาร วารสาร สิ่งพิมพ์อื่น ๆ
ตัวที่หนึ่งคือเลขที่หน้าได้แก่หน้า.....
ตัวที่สองคือตำแหน่งของคำศัพท์ ได้แก่ตำแหน่งที่.....
4. คำศัพท์นั้นคือ.....
5. คำศัพท์ที่นักเรียนคิดไว้คือ.....
6. นำคำศัพท์นั้นมาหาความสัมพันธ์กันแบบ “ไป-
.....ไป.....
7. ความสัมพันธ์ดังกล่าวนักเรียนคิดและจินตนาการได้เป็นดังนี้
.....
.....
.....

แบบฝึกหัด

คำชี้แจง จากคำศัพท์หรือปัญหาต่อไปนี้ให้นักเรียนคิดและจินตนาการเป็นแนวคิดใหม่

1. คำศัพท์ที่นักเรียนคิดไว้คือ.....
2. ตัวเลขที่นักเรียนสุ่มได้จากตารางเลขสุ่ม
ตัวที่หนึ่ง.....ตัวที่สอง.....
3. นำตัวเลขที่ได้จากการสุ่มมาเปิดหาค่าจากพจนานุกรม นิตยสาร วารสาร สิ่งพิมพ์อื่น ๆ
ตัวที่หนึ่งคือเลขที่หน้า ได้แก่หน้า.....
ตัวที่สองคือตำแหน่งคำศัพท์ ได้แก่ตำแหน่ง.....
4. คำศัพท์นั้นคือ.....
5. นำคำศัพท์มาหาความสัมพันธ์กันแบบ “ไป-
.....ไป.....
6. ความสัมพันธ์ดังกล่าวนักเรียนคิดและจินตนาการได้เป็นดังนี้
.....
.....
.....

การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์เป็นกระบวนการคิดโดยใช้หลักเกณฑ์และวิธีการทางตรรกศาสตร์ในการตัดสินอย่างสมเหตุสมผล

ตัวอย่าง

คำชี้แจง ให้นักเรียนคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์จากข้อความต่อไปนี้

1. “ไม้บรรทัดพลาสติกเมื่อถูกับเส้นผมจะมีประจุไฟฟ้าลบเกิดขึ้น เมื่อนำเข้าไปวางใกล้ ๆ กับสายน้ำที่กำลังไหลจะเกิดแรงดึงดูดกัน เพราะกระแสไฟฟ้าถูกไม้บรรทัดเหนี่ยวนำให้เป็นประจุบวก

ขึ้นกระดาษเล็ก ๆ เม็ดโฟมเล็ก ๆ มีสมบัติเช่นเดียวกับน้ำ ดังนั้น.....

.....

.....

2. “เติมน้ำลงไปในกระป๋องน้ำอัดลม นำไปเผาไฟจนน้ำเดือด ใช้ฝาปิดกระป๋องให้แน่น เอากระป๋องไปราดด้วยน้ำเย็นกระป๋องจะบวมขึ้น” เพราะอะไรกระป๋องจึงบวมขึ้น.....

.....

.....

แบบฝึกหัด

คำชี้แจง ให้นักเรียนคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์จากข้อความต่อไปนี้

1. “ใช้หมุดหัวโตติดได้เทียนไข จุดเทียนไขแล้วนำไปลอยในแก้วน้ำ เทียนไขจะไม่จม” เพราะหมุดหัวโตจะทำให้น้ำหนักของเทียนไขผ่านแท่งเทียน ทำให้มีน้ำหนักน้อยลงและเทียนไขทำจากพาราฟินจึงไม่เปียกน้ำ และให้ก๊าซที่ติดไฟตลอดเวลา

ถ้าใช้ตะปู เข็มเย็บผ้า ติดได้เทียนไข ดังนั้น.....

.....

.....

2. “บริเวณที่อากาศเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง ความดันของอากาศจะลดลง บริเวณที่อากาศเคลื่อนที่ช้าด้วยความเร็วต่ำ ความดันของอากาศจะเพิ่มขึ้น”

เมื่อเป่าลมผ่านระหว่างลูกปิงปองอย่างรวดเร็ว ลูกปิงปองจะเคลื่อนที่เข้าหากันเพราะ.....

.....

.....

.....

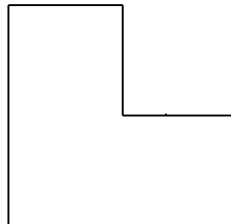
แบบฝึกกิจกรรมการย่อความ การผันความ และการสรุปผลการเรียนรู้

การย่อความ

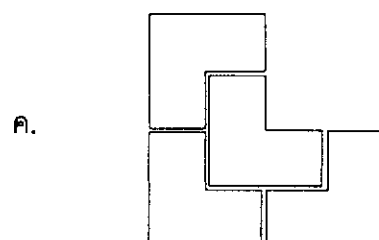
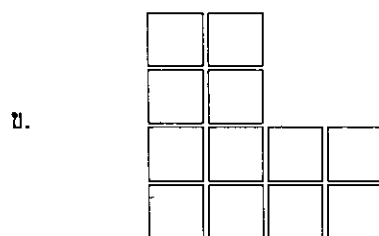
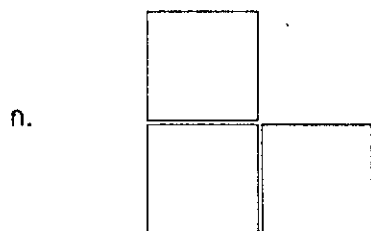
การย่อความหมายถึง การย่อความผิดส่วนอย่างจงใจ เพื่อสร้างส่วนแบ่งใหม่ ซึ่งมีโอกาสสูงที่จะได้รูปแบบใหม่

ตัวอย่าง

คำชี้แจง ให้นักเรียนแบ่งกระดาษรูปตัวแอลที่ครูแจกให้ออกเป็น 4 ส่วนเท่า ๆ กัน

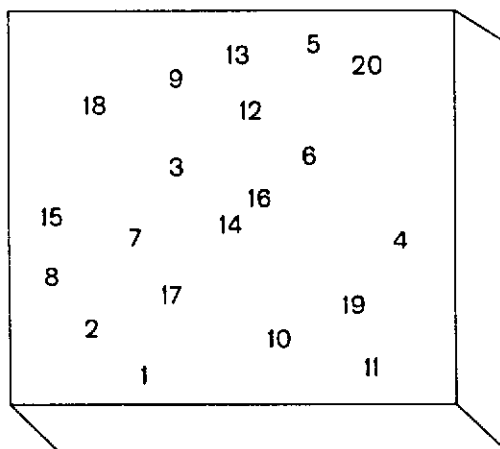


1. จากกระดาษรูปตัวแอลให้นักเรียนตัดแบ่งออกเป็น 4 ส่วนเท่า ๆ กัน
 2. ส่วนที่แบ่งออกมาต้องมีขนาด รูปร่าง และพื้นที่เท่ากัน
- รูปที่นักเรียนแบ่งได้ คือ.....



แบบฝึกหัด

1. ให้นักเรียนลากเส้นตรง 3 เส้นลงในรูปภาพเพื่อแบ่งสี่เหลี่ยมนี้ออกเป็น 7 ส่วน มีข้อแม้ว่าผลบวกในแต่ละส่วนรวมกันเท่ากับ 30



2. จากคำที่รูปกำหนดให้ให้หาคำใหม่มาเติมหน้าหรือหลังให้เกิดเป็นคำที่มีความหมายให้ได้มากที่สุด

สาร	.....	.....	.....	.....
				
การณ์	.....	.....	.....	.....
				
พันธุ์	.....	.....	.....	.....
				
น้ำ	.....	.....	.....	.....
				

สรุปผลการเรียนรู้

การสรุปผลการเรียนรู้ คือ การนำเอาความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าและทดลองมาสรุปเป็นความรู้ใหม่ ในขั้นสุดท้ายนี้ควรมีการประเมินข้อความรู้ที่ได้จากการสรุปด้วย

คำชี้แจง จากผลการทดลองต่อไปนี้ให้นักเรียนสรุปเป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์

1. “สมหวงนำแม่เหล็กชนิดที่มีขั้วเหนือและขั้วใต้มา 2 แท่ง และทดลองเอาขั้วเหนือกับขั้วเหนือ หรือขั้วใต้กับขั้วใต้ มาวางไว้ใกล้กัน ผลปรากฏว่า ผลักกัน แต่ถ้าเอาขั้วเหนือและขั้วใต้มาวางใกล้กัน ผลปรากฏว่า ดึงกัน”

นักเรียนสรุปผลได้ว่า.....

2. ทรงพลทดลองพันตะปูด้วยเส้นลวดและต่อเข้ากับถ่านไฟฉาย ผลปรากฏว่า “จำนวนเข็มหมุดที่ตะปูดูดได้มากที่สุดคือ เมื่อพันตะปูด้วยลวด 40 รอบ ถัดลงไป 35 รอบ จำนวนเข็มหมุดที่ตะปูดูดได้น้อยที่สุด คือเมื่อพันตะปูด้วยลวดน้อยรอบที่สุด คือ 10 รอบ”

นักเรียนสรุปผลได้ว่า.....

3. “สมศรีขับรถไปเที่ยวบางแสนและเติมน้ำมันชนิดที่ 1 จำนวน 60 ลิตร ขับด้วยความเร็ว 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมงในระยะทาง 500 เมตร แล้ววัดปริมาตรของน้ำมันที่ใช้ไป ทำเช่นเดิมโดยเติมน้ำมันชนิดที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ผลปรากฏว่าปริมาณน้ำมันแต่ละชนิดที่ใช้ไปไม่เท่ากัน”

นักเรียนสรุปผลได้ว่า.....

นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตัดสินข้อความโดยใส่ ✓ ลงใน ☐

1. ขั้วแม่เหล็กชนิดเดียวกันจะผลักกัน ขั้วแม่เหล็กต่างชนิดกันจะดูดกัน
 - ☐ ก. เห็นด้วยเพราะเป็นแม่เหล็กชนิดเดียวกัน
 - ☐ ข. เห็นด้วยเพราะแม่เหล็กทุกชนิดต้องดูดกัน
 - ☐ ค. ไม่เห็นด้วยเพราะแม่เหล็กทำมาจากวัตถุต่างชนิดกัน
 - ☐ ง. ไม่เห็นด้วยเพราะแม่เหล็กต้องใช้ไฟฟ้าจึงดูดกันได้
2. จำนวนเข็มหมุดที่ตะปุดดึงดูดขึ้นอยู่กับจำนวนรอบของเส้นลวดที่พันตะปูเพิ่มขึ้น
 - ☐ ก. เป็นไปไม่ได้เพราะตะปูกับเข็มหมุดเป็นเหล็กดูดกันไม่ได้
 - ☐ ข. เป็นไปได้ถ้าใช้ตะปูที่ทำจากดีบุกผสมตะกั่วเพราะเป็นธาตุต่างชนิดกัน
 - ☐ ค. เป็นไปไม่ได้เพราะตะปูกับลวดทองแดงเป็นวัตถุต่างชนิดกัน
 - ☐ ง. เป็นไปได้เพราะตะปูเป็นแม่เหล็กไฟฟ้าชั่วคราวจึงสามารถดูดเข็มหมุดได้
3. ชนิดของน้ำมันที่รถยนต์ใช้มีผลต่อปริมาณน้ำมันที่รถยนต์ใช้ไป
 - ☐ ก. ไม่มีผลเพราะน้ำมันรถที่เติมแต่ละครั้งไม่เท่ากัน
 - ☐ ข. ไม่มีผลเพราะระยะทางสั้นเกินไปทำให้ใช้น้ำมันไม่เท่ากัน
 - ☐ ค. มีผลเพราะน้ำมันต่างชนิดกันมีค่าความร้อนไม่เท่ากัน
 - ☐ ง. มีผลเพราะน้ำมันชนิดต่างชนิดกันย่อมมีความแรงของการขับขี้อย่างต่างกัน

แบบรายงานความคิด

ชื่อ..... เลขที่..... ห้อง.....

คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนอ่านแบบรายงานนี้ให้เข้าใจก่อนที่จะตอบ

2. แบบรายงานนี้ไม่เกี่ยวข้องกับคะแนน จึงขอให้นักเรียนตอบตามความเป็นจริง

คำสั่ง ให้นักเรียนเติมข้อความลงในช่องว่างตามความเป็นจริงที่เกิดขึ้น

1. ปัญหาที่นักเรียนสนใจที่จะทำโครงการคือ.....

.....

2. โครงการที่นักเรียนสนใจที่จะทำเป็นโครงการประเภท.....

.....

3. นักเรียนมีแนวคิดที่จะทำโครงการนี้อย่างไร (บอกให้เข้าใจ)

1.

.....

2.

.....

3.

.....

4. นักเรียนได้แนวคิดเหล่านี้มาได้อย่างไร

แนวคิดที่ 1 ได้มาจาก.....

แนวคิดที่ 2 ได้มาจาก.....

แนวคิดที่ 3 ได้มาจาก.....

5. แนวคิดที่ได้นั้นได้มาอย่างไรมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ได้มาจากการคิดที่ครูสอน (ให้อธิบายว่าคิดได้อย่างไร)

2. ได้โดยคิดขึ้นมาเอง (ให้อธิบายว่าคิดได้อย่างไร)

3. ได้โดยการดัดแปลงจากคนอื่น (ให้อธิบายว่าดัดแปลงอย่างไร)

4. ได้มาจากวิธีการอื่น ๆ (ให้อธิบายด้วย)

6. แนวคิดนี้เป็นของนักเรียนหรือไม่ (ให้บอกมาพร้อมยกเหตุผลประกอบ)

.....

.....

.....

บันทึกกระบวนการทำโครงงานทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ..... เลขที่..... ห้อง.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านให้เข้าใจก่อนบันทึกกระบวนการทำโครงงานทางวิทยาศาสตร์

แบบบันทึกกระบวนการทำโครงงานทางวิทยาศาสตร์นี้ ครูต้องการทราบว่านักเรียนได้นำเอาความรู้หรือวิธีการคิดใดมาใช้ในการทำโครงงานทางวิทยาศาสตร์ แบบบันทึกนี้ไม่เกี่ยวข้องกับคะแนนหรือทำให้นักเรียนเสียหายแต่อย่างใด ดังนั้นจึงขอให้นักเรียนทำแบบบันทึกนี้ตามความเป็นจริง

1. ปัญหาที่นักเรียนสนใจคือ.....
2. โครงงานที่นักเรียนทำเป็นโครงงานประเภทใด.....
3. นักเรียนได้รับความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะทำมาจากไหน.....
4. สมมติฐานที่ตั้งไว้คืออะไร.....
5. สิ่งที่นักเรียนสนใจได้กำหนดนิยามการปฏิบัติการว่าอย่างไร
 1. ตัวแปรต้น คือ.....
วัดได้จาก.....
 2. ตัวแปรตาม คือ.....
วัดได้จาก.....
6. ตัวแปรแทรกซ้อนที่ต้องการควบคุมคือ
 1. ตัวแปร.....
วิธีการที่จะควบคุม.....
 2. ตัวแปร.....
วิธีการที่จะควบคุม.....
7. นักเรียนมีการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างไร.....
.....
8. ผลที่ได้คืออะไร.....
.....
9. ผลที่ได้จากโครงงานทางวิทยาศาสตร์คืออะไร.....
.....
10. ข้อเสนอแนะคืออะไร.....
.....

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถ

ตารางวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบประเมิน (โครงการ)

ตาราง 15 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบประเมิน (โครงการ) ของผู้ประเมินคนที่ 1 กับผู้ประเมินคนที่ 2

หัวข้อที่กำหนด	ผู้ประเมินคนที่ 1 (X)	ผู้ประเมินคนที่ 2 (Y)	X ²	Y ²	XY
นภาพ	2	2	4	4	4
การเพาะความคิด	1	2	1	4	2
	$\Sigma X = 3$	$\Sigma Y = 4$	$\Sigma X^2 = 5$	$\Sigma Y^2 = 8$	$\Sigma XY = 6$

$$\Sigma X = 3$$

$$\Sigma Y = 4$$

$$\Sigma X^2 = 5$$

$$\Sigma Y^2 = 8$$

$$\Sigma XY = 6$$

$$N = 24$$

$$\text{จากสูตร } r_{tt} = \frac{N \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{\sqrt{[N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2] [N \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}}$$

$$= \frac{24 \times 6 - 12}{\sqrt{(24 \times 5 - 9) (24 \times 8 - 16)}}$$

$$= \frac{132}{\sqrt{111 \times 176}}$$

$$= \frac{132}{139.77}$$

$$r_t = 0.94$$

ตาราง 16 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบประเมิน (โครงการ) ของผู้ประเมินคนที่ 2 กับผู้ประเมินคนที่ 3

หัวข้อที่กำหนด	ผู้ประเมินคนที่ 1 (X)	ผู้ประเมินคนที่ 2 (Y)	X ²	Y ²	XY
นภาพ	2	3	4	9	6
การเพาะความคิด	2	2	4	4	4
	$\Sigma X = 4$	$\Sigma Y = 5$	$\Sigma X^2 = 8$	$\Sigma Y^2 = 13$	$\Sigma XY = 10$

$$\Sigma X = 4$$

$$\Sigma Y = 5$$

$$\Sigma X^2 = 8$$

$$\Sigma Y^2 = 13$$

$$\Sigma XY = 10$$

$$N = 24$$

$$\text{จากสูตร } r_n = \frac{N\Sigma XY - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{[N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][N\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}}$$

$$= \frac{24 \times 10 - 20}{\sqrt{(24 \times 8 - 16)(24 \times 13 - 25)}}$$

$$= \frac{220}{\sqrt{176 \times 287}}$$

$$= \frac{220}{224.74}$$

$$r_2 = 0.97$$

ตาราง 17 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบประเมิน (โครงการ) ของผู้ประเมินคนที่ 1 กับผู้ประเมินคนที่ 3

หัวข้อที่กำหนด	ผู้ประเมินคนที่ 1 (X)	ผู้ประเมินคนที่ 3 (Y)	X ²	Y ²	XY
นภาพ	2	3	4	9	6
การเพาะความคิด	1	2	1	4	2
	$\Sigma X = 3$	$\Sigma Y = 5$	$\Sigma X^2 = 5$	$\Sigma Y^2 = 13$	$\Sigma XY = 8$

$$\Sigma X = 3$$

$$\Sigma Y = 5$$

$$\Sigma X^2 = 5$$

$$\Sigma Y^2 = 13$$

$$\Sigma XY = 8$$

$$N = 24$$

$$\text{จากสูตร } r_{tt} = \frac{N \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{\sqrt{[N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][N \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}}$$

$$= \frac{24 \times 8 - 15}{\sqrt{(24 \times 5 - 9)(24 \times 13 - 25)}}$$

$$= \frac{177}{\sqrt{111 \times 287}}$$

$$= \frac{177}{178.48}$$

$$r_3 = 0.99$$

$$r_{tt} = \frac{r_1 + r_2 + r_3}{3} = \frac{0.94 + 0.97 + 0.99}{3} = \frac{2.9}{3}$$

$$= 0.96$$

ตาราง 18 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบประเมิน (การทำสิ่งประดิษฐ์)
ของผู้ประเมินคนที่ 1 กับผู้ประเมินคนที่ 2

หัวข้อที่กำหนด	ผู้ประเมินคนที่ 1 (X)	ผู้ประเมินคนที่ 2 (Y)	X ²	Y ²	XY
ความเหมาะสมในการแก้ปัญหา	2	3	4	9	6
ความเพียงพอในการแก้ปัญหา	1	2	1	4	2
ความสมเหตุสมผลตามศาสตร์	3	2	9	4	6
การใช้ประโยชน์	3	2	9	4	6
ความสมบูรณ์	1	2	1	4	2
การสื่อความหมายให้คนอื่นเข้าใจ	3	2	9	4	6
	$\Sigma X = 13$	$\Sigma Y = 13$	$\Sigma X^2 = 33$	$\Sigma Y^2 = 29$	$\Sigma XY = 28$

$$\Sigma X = 13$$

$$\Sigma Y = 13$$

$$\Sigma X^2 = 33$$

$$\Sigma Y^2 = 29$$

$$\Sigma XY = 28$$

$$N = 24$$

$$\text{จากสูตร } r_{tt} = \frac{24 \times 28 - 169}{\sqrt{(24 \times 33 - 169)(24 \times 29 - 169)}}$$

$$= \frac{503}{\sqrt{623 \times 527}}$$

$$= \frac{503}{572.99}$$

$$r_{tt} = 0.87$$

ตาราง 19 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบประเมิน (การทำสิ่งประดิษฐ์) ของผู้ประเมินคนที่ 2 กับผู้ประเมินคนที่ 3

หัวข้อที่กำหนด	ผู้ประเมินคนที่ 2 (X)	ผู้ประเมินคนที่ 3 (Y)	X ²	Y ²	XY
ความเหมาะสมในการแก้ปัญหา	3	2	9	4	6
ความเพียงพอในการแก้ปัญหา	2	2	4	4	4
ความสมเหตุสมผลตามศาสตร์	2	3	4	9	6
การใช้ประโยชน์	2	3	4	9	6
ความสมบูรณ์	2	2	4	4	4
การสื่อความหมายให้คนอื่นเข้าใจ	2	3	4	9	6
	$\Sigma X = 13$	$\Sigma Y = 15$	$\Sigma X^2 = 29$	$\Sigma Y^2 = 39$	$\Sigma XY = 32$

$$\Sigma X = 13$$

$$\Sigma Y = 15$$

$$\Sigma X^2 = 29$$

$$\Sigma Y^2 = 39$$

$$\Sigma XY = 32$$

$$N = 24$$

$$\text{จากสูตร } r_{tt} = \frac{24 \times 32 - 195}{\sqrt{(24 \times 29 - 169)(24 \times 39 - 225)}}$$

$$= \frac{573}{\sqrt{527 \times 711}}$$

$$= \frac{573}{612.12}$$

$$r_2 = 0.93$$

ตาราง 20 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบประเมิน (การทำสิ่งประดิษฐ์)
ของผู้ประเมินคนที่ 1 กับผู้ประเมินคนที่ 3

หัวข้อที่กำหนด	ผู้ประเมินคนที่ 1 (X)	ผู้ประเมินคนที่ 3 (Y)	X ²	Y ²	XY
ความเหมาะสมในการแก้ปัญหา	2	2	4	4	4
ความเพียงพอในการแก้ปัญหา	1	2	1	4	2
ความสมเหตุสมผลตามศาสตร์	3	3	9	9	9
การใช้ประโยชน์	3	3	9	9	9
ความสมบูรณ์	1	2	1	4	2
การสื่อความหมายให้คนอื่นเข้าใจ	3	3	9	9	9
	$\Sigma X = 13$	$\Sigma Y = 15$	$\Sigma X^2 = 33$	$\Sigma Y^2 = 39$	$\Sigma XY = 35$

$$\Sigma X = 13$$

$$\Sigma Y = 15$$

$$\Sigma X^2 = 33$$

$$\Sigma Y^2 = 39$$

$$\Sigma XY = 35$$

$$N = 24$$

$$\text{จากสูตร } r_{tt} = \frac{24 \times 35 - 195}{\sqrt{(24 \times 33 - 169)(24 \times 39 - 225)}}$$

$$= \frac{645}{\sqrt{623 \times 711}}$$

$$= \frac{645}{665.54}$$

$$r_3 = 0.96$$

$$r_{tt} = \frac{r_1 + r_2 + r_3}{3} = \frac{0.87 + 0.93 + 0.96}{3} = \frac{2.76}{3}$$

$$= 0.92$$

ภาคผนวก จ

แบบประเมินความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แบบประเมินความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (การเขียนโครงการ)

ชื่อนักเรียน.....

ชั้น/ห้อง.....

ชื่อผู้ประเมิน.....

1. นวภาพ

1.1 ปัญหาที่นักเรียนกำหนดขึ้นเป็นความคิดประเภทใด

3	2	1
-----	-----	-----
ความคิดใหม่	ความคิดจาก	ความคิดเก่า
	ประสบการณ์	

1.2 ปัญหาที่นักเรียนกำหนดขึ้นได้ความคิดมาอย่างไร

3	2	1
-----	-----	-----
ความคิดใหม่	ความคิดจาก	ความคิดลอก
ที่คิดขึ้นเอง	การค้นคว้า	เลียนแบบคนอื่น

1.3 ปัญหาที่นักเรียนกำหนดขึ้นมีเอกลักษณ์อย่างไร

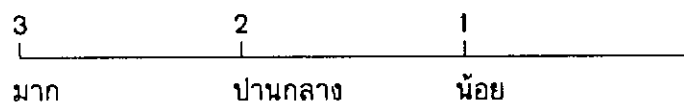
3	2	1
-----	-----	-----
มีเอกลักษณ์	มีเอกลักษณ์	ไม่มี
เฉพาะตัว	เฉพาะตัว	เอกลักษณ์
อยู่มาก	อยู่บ้าง	เฉพาะตัว

1.4 ปัญหาที่นักเรียนกำหนดขึ้นเป็นความคิดในขั้นใด

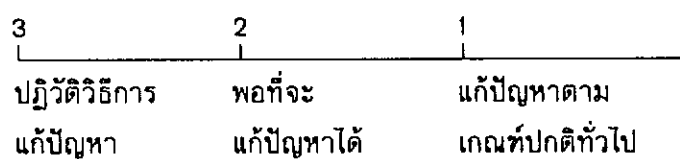
3	2	1
-----	-----	-----
ความคิดริเริ่ม	ความคิดยืดหยุ่น	ความคิดคล่อง

2. การเพาะความคิด

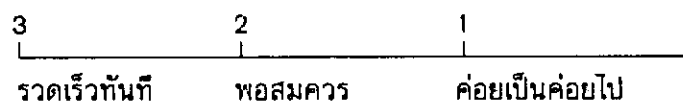
2.1 ความคิดที่ใช้ทำโครงการนี้สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ในระดับใด



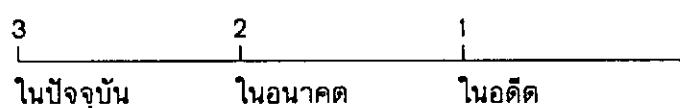
2.2 ความคิดที่ใช้ทำโครงการนี้มีผลต่อการแก้ปัญหาอย่างไร



2.3 ความคิดที่ใช้ทำโครงการนี้สามารถแก้ปัญหาได้โดยใช้เวลาเท่าไร



2.4 ความคิดที่ใช้ทำโครงการนี้สามารถเอาไปใช้ได้เมื่อไร



รวมคะแนน.....คะแนน

เลข 3, 2, 1 หมายถึง ระดับความสามารถและคุณภาพ

3 หมายถึง ความสามารถสูงหรือคุณภาพดี

2 หมายถึง ความสามารถปานกลางหรือคุณภาพปานกลาง

1 หมายถึง ความสามารถต่ำหรือคุณภาพต่ำ

แบบประเมินความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
(การทำสิ่งประดิษฐ์)

ชื่อนักเรียน.....

ชั้น/ห้อง.....

ชื่อผู้ประเมิน.....

1. ความเหมาะสมในการแก้ปัญหา

1.1 ผลผลิตที่สร้างขึ้นสามารถแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์มากน้อยเพียงใด

3	2	1
ทุกข้อ	ค่อนข้างมาก	ส่วนน้อย

1.2 ผลผลิตที่สร้างขึ้นมีประโยชน์ในการแก้ปัญหายังไร

3	2	1
สะดวกใน	สะดวกใน	ยุ่งยากใน
การแก้ปัญหา	การแก้ปัญหา	การแก้ปัญหา
ได้ทุกข้อ	ได้บางส่วน	

1.3 ผลผลิตที่สร้างขึ้นสามารถประหยัดเวลาในการแก้ปัญหาได้เพียงใด

3	2	1
ประหยัด	ใช้เวลา	เสียเวลามาก
เวลามาก	พอสมควร	

1.4 ผลผลิตที่สร้างขึ้นมีค่าใช้จ่ายมากน้อยเพียงใด

3	2	1
ประหยัด	เสียค่าใช้จ่าย	เสียค่าใช้จ่ายมาก
ค่าใช้จ่ายมาก	พอสมควร	

2. ความเพียงพอในการแก้ปัญหา

2.1 ผลผลิตที่สร้างขึ้นสามารถแก้ปัญหาได้ครบตามที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์เพียงใด

3	2	1
ครบทุกข้อตาม	บางข้อตาม	ไม่ได้ตาม
วัตถุประสงค์	วัตถุประสงค์	วัตถุประสงค์
ที่ต้องการ	ที่ต้องการ	ที่ต้องการ

2.2 ผลผลิตที่สร้างขึ้นสามารถแก้ปัญหาได้ตามปริมาณที่ต้องการเพียงใด

3	2	1
ได้ตามปริมาณ	ได้บางส่วน	ไม่ถึงปริมาณ
ที่ต้องการ	ของปริมาณ	ที่ต้องการ
ทุกประการ	ที่ต้องการ	

2.3 ผลผลิตที่สร้างขึ้นสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีคุณภาพเพียงใด

3	2	1
คุณภาพดี	คุณภาพ	ไม่มีคุณภาพ
ตามที่ต้องการ	ปานกลาง	ตามที่ต้องการ

2.4 ผลผลิตที่สร้างขึ้นสามารถแก้ปัญหาได้เพียงพอตามวัตถุประสงค์เพียงใด

3	2	1
ได้เพียงพอ	ได้เพียงพอ	ไม่เพียงพอ
ตามวัตถุประสงค์	บางส่วนตาม	ตามวัตถุประสงค์
	วัตถุประสงค์	

3. ความสมเหตุสมผลตามศาสตร์

3.1 ผลผลิตที่สร้างขึ้นใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องเพียงใด

3	2	1
ถูกต้อง	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้อง
ตามระเบียบ	ตามระเบียบ	ตามระเบียบ
วิธีการทาง	วิธีการทาง	วิธีการทาง
วิทยาศาสตร์	วิทยาศาสตร์	วิทยาศาสตร์

3.2 ผลผลิตที่สร้างขึ้นใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์สมเหตุสมผลมากน้อยเพียงใด

3	2	1
สมเหตุสมผล	สมเหตุสมผล	ไม่สมเหตุสมผล
ตามระเบียบ	บางส่วนตาม	ตามระเบียบ
วิธีการทาง	ระเบียบวิธีการ	วิธีการทาง
วิทยาศาสตร์	ทางวิทยาศาสตร์	วิทยาศาสตร์

3.3 ผลผลิตที่สร้างขึ้นใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพียงพอหรือไม่

3	2	1
ใช้ระเบียบ	ใช้ระเบียบ	ไม่ใช้ระเบียบ
วิธีการทาง	วิธีการทาง	วิธีการทาง
วิทยาศาสตร์	วิทยาศาสตร์	วิทยาศาสตร์
ครบทั้ง 5 ขั้นตอน	บางขั้นตอน	

3.4 ผลผลิตที่สร้างขึ้นมีความแปลกใหม่ในการเลือกใช้อุปกรณ์และวัสดุดิบหรือไม่

3	2	1
มีความแปลกใหม่	มีความแปลกใหม่	ไม่มีความแปลกใหม่
ของอุปกรณ์และ	ของอุปกรณ์และ	ของอุปกรณ์
วัสดุดิบมาก	วัสดุดิบน้อย	และวัสดุดิบ

4. การใช้ประโยชน์

4.1 ผลผลิตที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เพียงใด

3	2	1
ใช้ประโยชน์ ได้มาก	ใช้ประโยชน์ได้ บ้างบางส่วน	ใช้ประโยชน์น้อย

4.2 ผลผลิตที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้เพียงใด

3	2	1
ทำงานได้ ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้ง ไว้ครบทุกข้อ	ทำงานได้ ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้ง ไว้บางข้อ	ทำงานไม่ได้ ตรงตาม วัตถุประสงค์ ที่ตั้งไว้

4.3 ผลผลิตที่สร้างขึ้นทุกชิ้นส่วนสามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพเพียงใด

3	2	1
ชิ้นส่วนต่าง ๆ ปฏิบัติงาน ได้ไม่ติดขัด	ชิ้นส่วนบางชิ้น ปฏิบัติงานได้ ติดขัดเล็กน้อย	ชิ้นส่วนต่าง ๆ ยังปฏิบัติงาน ติดขัด

4.4 ผลผลิตที่สร้างขึ้นมีความแข็งแรงทนทานเพียงใด

3	2	1
แข็งแรง ทนทานมาก	แข็งแรง ทนทาน เป็นบางส่วน	บอบบาง ไม่ทนทาน

5. ความสมบูรณ์

5.1 ผลผลิตที่สร้างขึ้นมีความสมบูรณ์เพียงใด

3	2	1
สมบูรณ์แล้ว	ยังมีบาง	ยังไม่
ไม่ต้อง	ส่วนที่ต้อง	สมบูรณ์ต้อง
ปรับปรุง	ปรับปรุง	ปรับปรุง

5.2 ผลผลิตที่สร้างขึ้นมีอุปกรณ์ครบถ้วนหรือไม่

3	2	1
อุปกรณ์	อุปกรณ์	อุปกรณ์
ครบถ้วน	บางส่วน	ไม่ครบ
	ขาดหายไป	

5.3 ผลผลิตที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้ตามอุปกรณ์ที่ใช้อยู่หรือไม่

3	2	1
สมบูรณ์	สมบูรณ์โดย	ไม่สมบูรณ์
โดยไม่ต้อง	เพิ่มอุปกรณ์	ต้องเพิ่ม
เพิ่มอุปกรณ์	บางส่วน	อุปกรณ์

5.4 ผลผลิตที่สร้างขึ้นมีความสมบูรณ์ในการใช้แก้ปัญหาได้ครบตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้เพียงใด

3	2	1
ครบตาม	บางส่วนของ	ไม่มีความ
วัตถุประสงค์	วัตถุประสงค์	สมบูรณ์ในการ
		ใช้แก้ปัญหาตาม
		วัตถุประสงค์ได้

6. การสื่อความหมายให้คนอื่นเข้าใจ

6.1 ผลผลิตที่สร้างขึ้นและกระบวนการคิดสามารถหาคำอธิบายได้ชัดเจนเพียงใด

3	2	1
ชัดเจน	ชัดเจน	ไม่ชัดเจน
	เป็นบางส่วน	

6.2 ผลผลิตที่สร้างขึ้นและกระบวนการคิดสามารถทำความเข้าใจได้เพียงใด

3	2	1
สามารถทำ	สามารถทำ	ไม่สามารถ
ความเข้าใจ	ความเข้าใจ	ทำความเข้าใจ
ได้ทันที	ได้เป็นบางส่วน	เข้าใจได้

6.3 ผลผลิตที่สร้างขึ้นและกระบวนการคิดสามารถทำความเข้าใจได้ระดับใด

3	2	1
มาก	ปานกลาง	น้อย

6.4 ผลผลิตที่สร้างขึ้นและกระบวนการคิดสามารถทำความเข้าใจได้โดยใช้เวลาอย่างไร

3	2	1
รวดเร็ว	ปานกลาง	ช้า

รวมคะแนน.....คะแนน

เลข 3, 2, 1 หมายถึง ระดับความสามารถหรือคุณภาพ

3 หมายถึง ระดับความสามารถสูงหรือคุณภาพดีมาก

2 หมายถึง ระดับความสามารถปานกลางหรือคุณภาพปานกลาง

1 หมายถึง ระดับความสามารถต่ำหรือคุณภาพต่ำ

คู่มือแบบประเมินความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แบบประเมินชุดนี้มีชื่อว่า แบบประเมินความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดผลรวมของการเรียน รายวิชา ว 017 โครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต สำหรับนักเรียนที่เลือกเรียนรายวิชานี้โดยใช้วิธีประเมินผลงานของนักเรียนที่ทำ โครงการและสิ่งประดิษฐ์ เพื่อนำไปใช้ตัดสินผลการเรียนของรายวิชานี้ นอกจากนั้นผลของการวัดจะทำให้ทราบว่านักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับใด ควรปรับปรุงแก้ไขขั้นตอนใด เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนต่อไป

ลักษณะของแบบประเมิน

ลักษณะทั่วไปของแบบประเมินชุดนี้ เป็นแบบประเมินความสามารถที่จะใช้ประเมินผลงานของนักเรียนเป็นรายบุคคล ผู้ที่ทำการประเมินจะต้องเป็นผู้มีความชำนาญในการประเมิน หรือเป็นผู้สอนในรายวิชา ว 017 แบบประเมินความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นี้ สร้างตามมาตรฐานจำแนกความหมาย (Semantic Differential) ประกอบด้วย 2 มิติ 8 มโนทัศน์

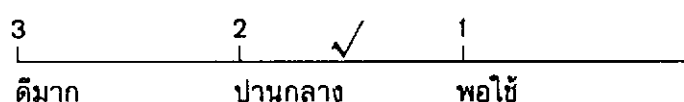
วิธีการประเมิน

1. อ่านโครงการของนักเรียนแต่ละฉบับ แล้วทำความเข้าใจให้ได้ว่า
 - 1.1 ปัญหาของโครงการวิทยาศาสตร์นั้นคืออะไร
 - 1.2 จุดประสงค์ต้องการตอบปัญหาอะไร
 - 1.3 แนวคิดที่ใช้
 - 1.4 กระบวนการทำ
 - 1.5 สรุป
 - 1.6 ข้อเสนอแนะ
2. เมื่ออ่านโครงการจนเข้าใจแล้ว เริ่มประเมินความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของโครงการและสิ่งประดิษฐ์ให้อ่านทีละข้อ แล้วตัดสินว่ามีลักษณะตรงตามข้อความใดในแบบประเมิน
3. ในการตัดสินจะต้องคิดเสมอว่า โครงการวิทยาศาสตร์นี้เป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากประสบการณ์ ความรู้ สิ่งแวดล้อมของนักเรียนในวัยนี้จะคิดและทำโครงการวิทยาศาสตร์อย่างไร
4. การประเมิน ต้องประเมินโครงการแต่ละชิ้นตามที่จัดลำดับเรียงไว้ทีละโครงการให้เสร็จสมบูรณ์ก่อนจึงค่อยประเมินโครงการต่อไป

ตัวอย่างการประเมิน

ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ตรงกับช่องที่มีตัวเลขที่นักเรียนมีความสามารถและผลงานมีคุณภาพ โดยใช้เกณฑ์ตามคู่มือประเมิน

- 2.1 ความคิดที่ใช้ทำโครงการนี้สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ในระดับใด



เกณฑ์การประเมิน

1. นวภาพ หมายถึง ความแปลกใหม่ในการกำหนดปัญหา

1.1 ปัญหาที่นักเรียนกำหนดขึ้นเป็นความคิดประเภทใด

3 คะแนน เมื่อความคิดนั้นเป็นความคิดใหม่ที่ไม่เหมือนใครตามที่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั่ว ๆ ไปคิดได้

2 คะแนน เมื่อเป็นความคิดจากประสบการณ์ที่เคยทำเคยอ่านจากหนังสือ

1 คะแนน เมื่อเป็นความคิดเก่าเคยมีผู้คิดมาแล้ว

1.2 ปัญหาที่นักเรียนกำหนดขึ้นได้ความคิดมาอย่างไร

3 คะแนน เมื่อเป็นความคิดใหม่ที่คิดขึ้นเอง

2 คะแนน เมื่อเป็นความคิดที่ได้มาจากการค้นคว้าหาความรู้จากการอ่าน

1 คะแนน เมื่อเป็นความคิดที่ไปลอกเลียนแบบความคิดของคนอื่นมา

1.3 ปัญหาที่นักเรียนกำหนดขึ้นมีเอกลักษณ์อย่างไร

3 คะแนน เมื่อมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวที่ไม่ซ้ำใครในห้องอยู่มาก

2 คะแนน เมื่อมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวที่ไม่ซ้ำใครอยู่บ้าง

1 คะแนน เมื่อไม่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวเลย

1.4 ปัญหาที่นักเรียนกำหนดขึ้นเป็นความคิดในชั้นใด

3 คะแนน เมื่อเป็นความคิดสร้างสรรค์ประเภทความคิดริเริ่มไม่ซ้ำใครเลย

2 คะแนน เมื่อเป็นความคิดสร้างสรรค์ประเภทความคิดยืดหยุ่นซ้ำกับคนอื่นบ้างแต่น้อย

1 คะแนน เมื่อเป็นความคิดที่เหมือนคนอื่นที่คิดคล่องได้โดยทั่วไป

2. การเพาะความคิด หมายถึง อิทธิพลของความคิดที่ใช้ในการทำโครงการต่อกระบวนการแก้ปัญหา

2.1 ความคิดที่ใช้ทำโครงการนี้สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ในระดับใด

3 คะแนน เมื่อเป็นความคิดที่สามารถแก้ปัญหาได้ดีมาก

2 คะแนน เมื่อเป็นความคิดที่สามารถแก้ปัญหาได้ปานกลาง

1 คะแนน เมื่อเป็นความคิดที่สามารถแก้ปัญหาได้พอใช้

2.2 ความคิดที่ใช้ทำโครงการนี้มีผลต่อการแก้ปัญหาอย่างไร

3 คะแนน เมื่อสามารถปฏิบัติวิธีการแก้ปัญหาที่เคยมีมา

2 คะแนน เมื่อสามารถพอที่จะใช้แก้ปัญหาได้

1 คะแนน เมื่อสามารถแก้ปัญหาตามเกณฑ์ปกติทั่วไป

2.3 ความคิดที่ใช้ทำโครงการนี้สามารถแก้ปัญหาได้โดยใช้เวลาเท่าไร

3 คะแนน เมื่อสามารถแก้ปัญหาได้รวดเร็วทันที

2 คะแนน เมื่อสามารถแก้ปัญหาได้พอสมควร

1 คะแนน เมื่อสามารถแก้ปัญหาได้อย่างค่อยเป็นค่อยไป

2.4 ความคิดที่ใช้ทำโครงการนี้สามารถเอาไปใช้ได้เมื่อไร

- 3 คะแนน เมื่อสามารถเอามาใช้แก้ปัญหาในปัจจุบันได้
- 2 คะแนน เมื่อสามารถเอาไปใช้แก้ปัญหาในอนาคต
- 1 คะแนน เมื่อสามารถเอาไปใช้แก้ปัญหาในอดีต

เกณฑ์การประเมิน ความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของการทำสิ่งประดิษฐ์

1. ความเหมาะสมในการแก้ปัญหา

1.1 ผลผลิตที่สร้างขึ้นสามารถแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์มากน้อยเพียงใด

- 3 คะแนน สามารถแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ทุกข้อ
- 2 คะแนน สามารถแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ค่อนข้างมาก
- 1 คะแนน สามารถแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ส่วนน้อย

1.2 ผลผลิตที่สร้างขึ้นมีประโยชน์ในการแก้ปัญหายังไร

- 3 คะแนน มีประโยชน์ในการแก้ปัญหาทุกข้อ
- 2 คะแนน มีประโยชน์ในการแก้ปัญหาบางส่วน
- 1 คะแนน ยุ่งยากในการแก้ปัญหา

1.3 ผลผลิตที่สร้างขึ้นสามารถประหยัดเวลาในการแก้ปัญหาได้เพียงใด

- 3 คะแนน สามารถประหยัดเวลาในการแก้ปัญหาได้มาก
- 2 คะแนน สามารถประหยัดเวลาในการแก้ปัญหาได้พอสมควร
- 1 คะแนน เสียเวลามาก

1.4 ผลผลิตที่สร้างขึ้นมีค่าใช้จ่ายมากน้อยเพียงใด

- 3 คะแนน ประหยัดค่าใช้จ่ายมาก
- 2 คะแนน เสียค่าใช้จ่ายพอสมควร
- 1 คะแนน เสียค่าใช้จ่ายมาก

2. ความเพียงพอในการแก้ปัญหา

2.1 ผลผลิตที่สร้างขึ้นสามารถแก้ปัญหาได้ครบตามที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์เพียงใด

- 3 คะแนน สามารถแก้ปัญหาได้เพียงพอครบทุกข้อตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ
- 2 คะแนน สามารถแก้ปัญหาได้เพียงพอบางข้อตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ
- 1 คะแนน ไม่สามารถแก้ปัญหาได้เพียงพอตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

2.2 ผลผลิตที่สร้างขึ้นสามารถแก้ปัญหาได้ตามปริมาณที่ต้องการเพียงใด

- 3 คะแนน สามารถแก้ปัญหาได้ตามปริมาณที่ต้องการทุกประการ
- 2 คะแนน สามารถแก้ปัญหาได้บางส่วนของปริมาณที่ต้องการ
- 1 คะแนน ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ถึงปริมาณที่ต้องการ

- 2.3 ผลผลิตที่สร้างขึ้นสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีคุณภาพเพียงใด
 - 3 คะแนน สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีคุณภาพดีตามที่ต้องการ
 - 2 คะแนน สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีคุณภาพปานกลาง
 - 1 คะแนน ไม่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีคุณภาพตามที่ต้องการ
- 2.4 ผลผลิตที่สร้างขึ้นสามารถแก้ปัญหาได้เพียงพอตามวัตถุประสงค์หรือไม่
 - 3 คะแนน สามารถแก้ปัญหาได้เพียงพอตามวัตถุประสงค์
 - 2 คะแนน สามารถแก้ปัญหาได้เพียงพอบางส่วนตามวัตถุประสงค์
 - 1 คะแนน สามารถแก้ปัญหาไม่เพียงพอตามวัตถุประสงค์
3. ความสมเหตุสมผลตามศาสตร์
 - 3.1 ผลผลิตที่สร้างขึ้นใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องเพียงใด
 - 3 คะแนน ใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง
 - 2 คะแนน ใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน
 - 1 คะแนน ใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง
 - 3.2 ผลผลิตที่สร้างขึ้นใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์สมเหตุสมผลมากน้อยเพียงใด
 - 3 คะแนน ใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้สมเหตุสมผล
 - 2 คะแนน ใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้สมเหตุสมผลบางส่วน
 - 1 คะแนน ใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่สมเหตุสมผล
 - 3.3 ผลผลิตที่สร้างขึ้นใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพียงพอหรือไม่
 - 3 คะแนน ใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ครบทั้ง 5 ขั้นตอน
 - 2 คะแนน ใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้บางขั้นตอน
 - 1 คะแนน ไม่ใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.4 ผลผลิตที่สร้างขึ้นมีความแปลกใหม่ในการเลือกใช้อุปกรณ์และวัตถุดิบหรือไม่
 - 3 คะแนน มีความแปลกใหม่ในการเลือกใช้อุปกรณ์และวัตถุดิบมาก
 - 2 คะแนน มีความแปลกใหม่ในการเลือกใช้อุปกรณ์และวัตถุดิบน้อย
 - 1 คะแนน ไม่มีความแปลกใหม่ในการเลือกใช้อุปกรณ์และวัตถุดิบ
4. การใช้ประโยชน์
 - 4.1 ผลผลิตที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เพียงใด
 - 3 คะแนน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มาก
 - 2 คะแนน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้บ้างบางส่วน
 - 1 คะแนน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อย
 - 4.2 ผลผลิตที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้เพียงใด
 - 3 คะแนน สามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ครบทุกข้อ
 - 2 คะแนน สามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้บางข้อ
 - 1 คะแนน ไม่สามารถทำงานได้ตรงตามตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

4.3 ผลผลิตที่สร้างขึ้นทุกชิ้นส่วนสามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพเพียงใด

- 3 คะแนน ชิ้นส่วนต่าง ๆ สามารถปฏิบัติงานได้ไม่ติดขัด
- 2 คะแนน ชิ้นส่วนบางชิ้นปฏิบัติงานได้ติดขัดเล็กน้อย
- 1 คะแนน ชิ้นส่วนต่าง ๆ ยังปฏิบัติงานติดขัด

4.4 ผลผลิตที่สร้างขึ้นมีความแข็งแรงทนทานเพียงใด

- 3 คะแนน แข็งแรงทนทานมาก
- 2 คะแนน แข็งแรงทนทานบางส่วน
- 1 คะแนน บอบบางไม่ทนทาน

5. ความสมบูรณ์

5.1 ผลผลิตที่สร้างขึ้นมีความสมบูรณ์เพียงใด

- 3 คะแนน มีความสมบูรณ์แล้ว ไม่ต้องปรับปรุง
- 2 คะแนน มีความสมบูรณ์ แต่บางส่วนยังต้องปรับปรุง
- 1 คะแนน ยังไม่มีความสมบูรณ์ต้องปรับปรุง

5.2 ผลผลิตที่สร้างขึ้นมีอุปกรณ์ครบถ้วนหรือไม่

- 3 คะแนน มีอุปกรณ์ครบถ้วน
- 2 คะแนน มีอุปกรณ์บางส่วนขาดหายไป
- 1 คะแนน มีอุปกรณ์ไม่ครบ

5.3 ผลผลิตที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้ตามอุปกรณ์ที่ใช้อยู่หรือไม่

- 3 คะแนน สามารถทำงานได้สมบูรณ์โดยไม่ต้องเพิ่มอุปกรณ์
- 2 คะแนน สามารถทำงานได้สมบูรณ์โดยเพิ่มอุปกรณ์บางส่วน
- 1 คะแนน ไม่สามารถทำงานได้สมบูรณ์ต้องเพิ่มอุปกรณ์

5.4 ผลผลิตที่สร้างขึ้นมีความสมบูรณ์ในการใช้แก้ปัญหาได้ครบตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้เพียงใด

- 3 คะแนน มีความสมบูรณ์ในการใช้แก้ปัญหาได้ครบตามวัตถุประสงค์
- 2 คะแนน มีความสมบูรณ์ในการใช้แก้ปัญหาได้บางส่วนของวัตถุประสงค์
- 1 คะแนน ไม่มีความสมบูรณ์ในการใช้แก้ปัญหาได้ตามวัตถุประสงค์ได้

6. การสื่อความหมายให้คนอื่นเข้าใจ

6.1 ผลผลิตที่สร้างขึ้นและกระบวนการคิดสามารถหาคำอธิบายได้ชัดเจนเพียงใด

- 3 คะแนน สามารถหาคำอธิบายได้ชัดเจน
- 2 คะแนน สามารถหาคำอธิบายได้ชัดเจนเป็นบางส่วน
- 1 คะแนน ไม่สามารถหาคำอธิบายได้ชัดเจน

6.2 ผลผลิตที่สร้างขึ้นและกระบวนการคิดสามารถทำความเข้าใจได้เพียงใด

- 3 คะแนน สามารถทำความเข้าใจได้ทันที
- 2 คะแนน สามารถทำความเข้าใจได้เป็นบางส่วน
- 1 คะแนน ไม่สามารถทำความเข้าใจได้

6.3 ผลผลิตที่สร้างขึ้นและกระบวนการคิดสามารถทำความเข้าใจได้ในระดับใด

- 3 คะแนน สามารถทำความเข้าใจได้มาก
- 2 คะแนน สามารถทำความเข้าใจได้ปานกลาง
- 1 คะแนน สามารถทำความเข้าใจได้น้อย

6.4 ผลผลิตที่สร้างขึ้นและกระบวนการคิดสามารถทำความเข้าใจได้โดยใช้เวลาอย่างไร

- 3 คะแนน สามารถทำความเข้าใจได้โดยใช้เวลารวดเร็ว
- 2 คะแนน สามารถทำความเข้าใจได้โดยใช้เวลาปานกลาง
- 1 คะแนน สามารถทำความเข้าใจได้โดยใช้เวลาช้า

ภาคผนวก ฉ

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

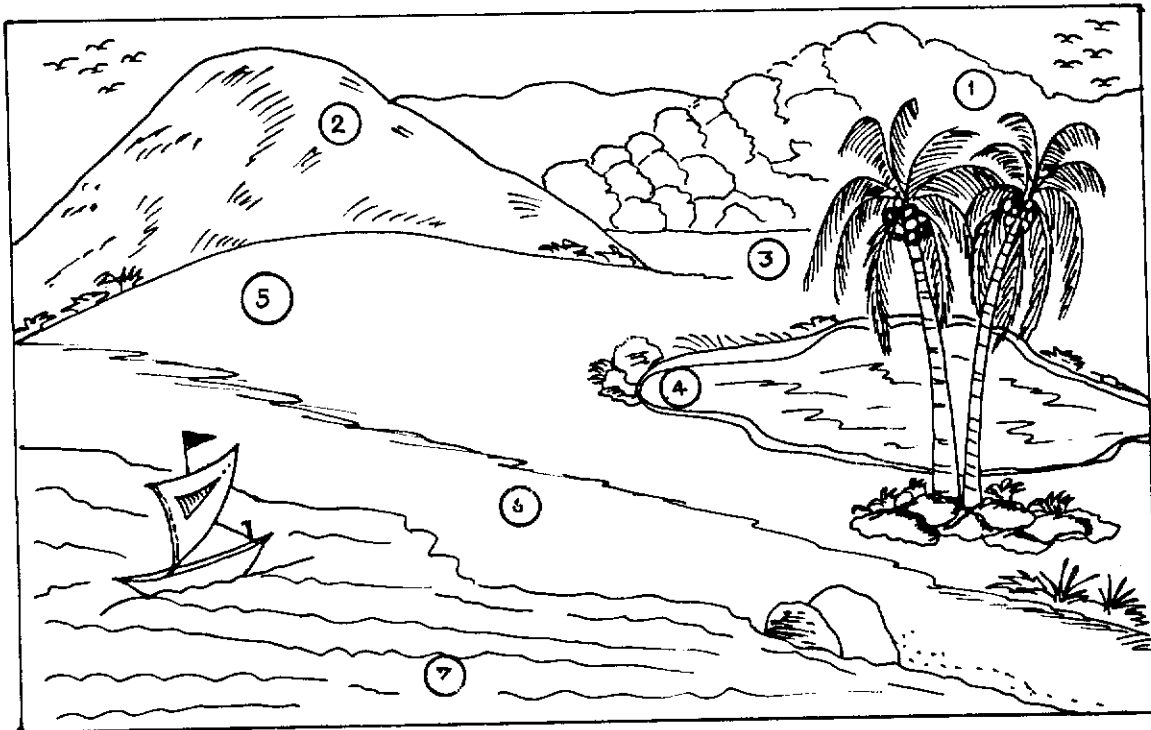
แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ - สกุล เพศ ชั้น
อายุ ปี เดือน

คำแนะนำในการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 3 ข้อ
2. แบบทดสอบชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งผลจากการศึกษาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนการสอนในระดับนี้ ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบชุดนี้จะนำไปใช้ในการวิจัยเท่านั้น จะไม่มีผลเสียต่อนักเรียนและโรงเรียนของนักเรียนแต่ประการใด
3. นักเรียนจะได้คะแนนสูงถ้าตอบได้มากวิธี มีเหตุผลและเป็นแนวคิดใหม่ที่เป็นของนักเรียนเองหรือตอบเรื่องที่คุณอื่นคิดไม่ถึง
4. แบบทดสอบแต่ละข้อให้เวลานักเรียนทำข้อละ 15 นาที ถ้านักเรียนได้ยินสัญญาณหมดเวลาให้หยุดทำทันทีแล้วเตรียมทำข้อต่อไป
5. เขียนชื่อ - สกุล เพศ ชั้น อายุ ให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำแบบทดสอบ

ข้อที่ 1 "การใช้ประโยชน์"



- หมายเลข 1 ภูเขาที่มีต้นไม้
 หมายเลข 2 ภูเขาที่ไม่มีต้นไม้ (อาจจะมีหญ้าหรือพืชขนาดเล็ก)
 หมายเลข 3 ที่ราบ
 หมายเลข 4 หนองน้ำ (น้ำจืด)
 หมายเลข 5 ที่เนิน
 หมายเลข 6 หาดทราย
 หมายเลข 7 ทะเล

ถ้านักเรียนมีที่ดินเป็นของตนเองและมีลักษณะดังปรากฏในภาพข้างบนนี้ นักเรียนคิดว่า
 จะใช้ประโยชน์จากที่ดินผืนนี้ได้อย่างไรบ้าง

นักเรียนอาจจะคิดการใช้ประโยชน์จากที่ดินบริเวณใดบริเวณหนึ่งซ้ำ ๆ กันก็ได้

พยายามคิดเรื่องการใช้ประโยชน์ที่เป็นไปได้ แปรลก ๆ ใหม่ ๆ ให้มากวิธีที่สุดเท่าที่จะคิดได้ เขียนการใช้ประโยชน์ของที่ดินบริเวณต่าง ๆ ที่กำหนดให้ในช่องว่างข้างล่างนี้

หมายเลข การใช้ประโยชน์

หมายเลข การใช้ประโยชน์

หมายเลข การใช้ประโยชน์

หมายเลข การใช้ประโยชน์

หมายเลข การใช้ประโยชน์

หมายเลข การใช้ประโยชน์

หมายเลข การใช้ประโยชน์

หมายเลข การใช้ประโยชน์

หมายเลข การใช้ประโยชน์.....

หมายเลข การใช้ประโยชน์.....

หมายเลข การใช้ประโยชน์

หมายเลข การใช้ประโยชน์

หมายเลข.....การใช้ประโยชน์.....

หมายเลข การใช้ประโยชน์

หมายเลข การใช้ประโยชน์

หมายเลข การใช้ประโยชน์

หมายเลข การให้ประโยชน์

หมายเลข..... การใช้ประโยชน์.....

หมายเลข การให้บริการโดย.....

ឈ្មោះ..... លេខ..... ថ្ងៃ..... ខែ..... ឆ្នាំ.....

អង្គការសហប្រតិបត្តិការអន្តរជាតិ គ្រូបង្វែរការងារ

ข้อ 2 “นักประดิษฐ์”

ให้นักเรียนเลือกวัสดุแล้วที่กำหนดให้นี้มาประกอบเป็นเครื่องมือหรือของใช้ที่จะนำไปใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น

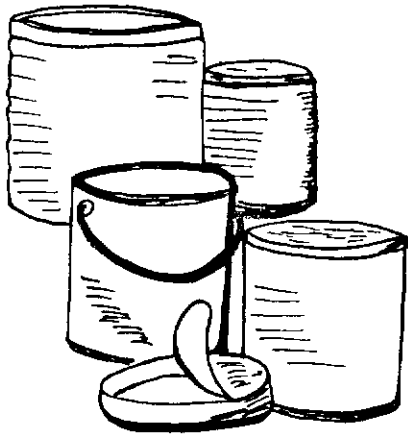
- การทดลองทางวิทยาศาสตร์
- การใช้สอยในชีวิตประจำวัน
- อื่น ๆ

นักเรียนจะเลือกใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้นี้ก็ชนิดก็ได้ เปลี่ยนขนาดหรือใช้วัสดุซ้ำ ๆ กันก็ได้ และอาจจะดัดแปลงวัสดุที่กำหนดให้ให้เป็นรูปแบบที่นักเรียนต้องการก็ได้

นักเรียนจะใช้วัสดุอื่น ๆ เช่น มีด กรรไกร ม้อน กาว เทปติดกระดาษ ฯลฯ ประกอบด้วยก็ได้

พยายามคิดเครื่องมือหรือของใช้ที่เป็นไปได้และแปลก ๆ ใหม่ ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้ บอกการนำไปใช้และวาดรูป หรือบรรยายวิธีทำเครื่องมือหรือของใช้แต่ละชุดที่นักเรียนคิดได้อย่างย่อ ๆ ในตารางข้างล่างนี้ (ดูตัวอย่างประกอบ)

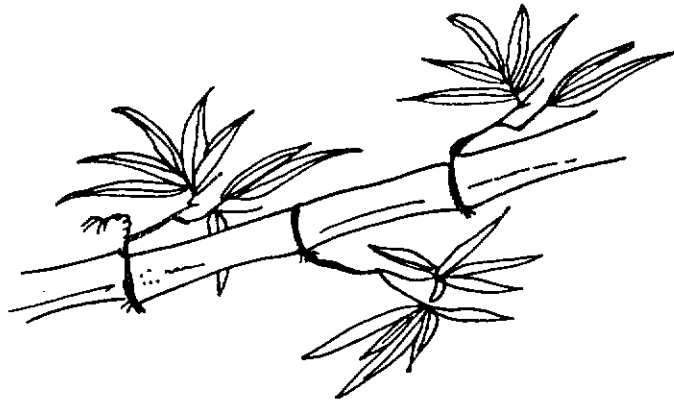
อุปกรณ์ที่กำหนดให้



กระป๋อง



ขวด (พร้อมฝาปิด)



ไม้ไผ่

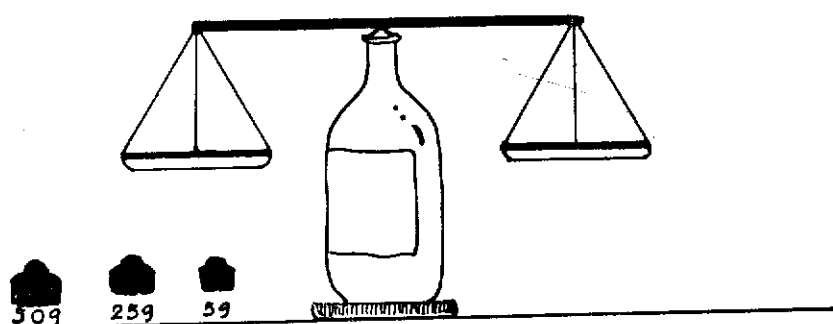
ตัวอย่าง : การบรรยายวิธีทำเครื่องมือหรือของใช้อย่างย่อ ๆ

เครื่องมือชุดที่ 1

1. เหลาไม้ไผ่ให้กลมมีขนาดสม่ำเสมอยาวประมาณ 1 ชุด
2. ใช้เชือกผูกฝากระป๋องตรงรูที่เจาะทั้ง 3 รู (ฝากระป๋องขนาดเท่ากัน 2 ฝา เจาะรูระยะห่างเท่ากัน ฝาละ 3 รู) เชือกแต่ละเส้นมีความยาวเท่ากัน
3. รวบรวมปลายเชือกมาขมวดแล้วผูกกับปลายทั้ง 2 ข้างของไม้ไผ่
4. นำไม้ไผ่นี้มาวางบนปากขวด ให้ปลายทั้ง 2 ข้างห่างจากขวดเท่ากัน ใช้เทปติดไม้กับขวดให้แน่น

การนำไปใช้ ใช้หาน้ำหนักของวัตถุบางอย่างได้ (เครื่องชั่งอย่างง่าย)
หรือ : การวาดรูปเครื่องมือหรือของใช้

เครื่องมือชุดที่ 1



การนำไปใช้ ใช้หาน้ำหนักของวัตถุบางอย่างได้ (เครื่องชั่งอย่างง่าย)

เครื่องมือชุดที่ 2

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 3

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 4

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 5

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 6

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 7

เครื่องมือชุดที่ 8

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 9

การนำไปใช้

ข้อ 3 “นักค้นคว้า”

นักพฤกษศาสตร์ได้เข้าไปสำรวจพันธุ์ไม้ในป่าที่ยังไม่เคยมีการสำรวจมาก่อน พบพืชชนิดหนึ่งขึ้นอยู่รอบ ๆ แอ่งน้ำ จึงเกิดความสนใจและได้สำรวจแอ่งน้ำในบริเวณใกล้เคียงกันอีก 3 แห่ง พบว่าพืชชนิดนี้ขึ้นอยู่เฉพาะรอบ ๆ บริเวณแอ่งน้ำเท่านั้น ห่างจากแอ่งน้ำ 5 เมตรจะไม่มีพืชชนิดนี้อยู่เลย และจากการศึกษาพบว่าบริเวณนั้นจะได้รับแสงอาทิตย์เฉลี่ยวันละ 6 ชั่วโมง นักพฤกษศาสตร์ท่านนั้นจึงได้นำ ต้นกล้า กิ่ง ใบ ผล พร้อมทั้งเมล็ด ของต้นไม้นี้มาประมาณอย่างละ 10 ก.ก. เพื่อใช้ในการศึกษาทดลองต่อไป

สมมติว่านักเรียนเป็นนักพฤกษศาสตร์ท่านนั้นให้นักเรียนคิดวิธีทดลองเพื่อนำส่วนต่าง ๆ ของพืชชนิดนี้มาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น

- ด้านวิทยาศาสตร์
- ด้านการเกษตร
- ด้านอุตสาหกรรม
- อื่น ๆ

พยายามคิดวิธีทดลองที่เป็นไปได้หลาย ๆ แบบ อธิบายวิธีทดลองประกอบอย่างย่อ ๆ
นักเรียนจะใช้อุปกรณ์ สารเคมี หรือเครื่องมืออื่นใดประกอบด้วยก็ได้

วิธีที่ 1

.....
.....

วิธีที่ 2

.....
.....

วิธีที่ 3

.....
.....

วิธีที่ 4

.....
.....

วิธีที่ 5

.....
.....

วิธีที่ 6

.....
.....

วิธีที่ 7

.....
.....

วิธีที่ 8

.....
.....

วิธีที่ 9

.....
.....

วิธีที่ 10

.....
.....

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นายธัญญา ชื่อสกุล เรืองแก้ว

เกิด วันที่ 8 เดือน พฤศจิกายน พุทธศักราช 2499

สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี

สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 99/349 ซอย 16 ข. หมู่ 11 ถนนเทพกษัตรี
แขวงประเวศ เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร 10250

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน โรงเรียนบ้านโคกกระท้อน
ตำบลลาดตะเคียน
อำเภอกบินทร์บุรี
จังหวัดปราจีนบุรี 25110

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ.2516 มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนวัดนายโรง
- พ.ศ.2518 ป.กศ.ต้น จากวิทยาลัยครูสวนสุนันทา
- พ.ศ.2521 ป.กศ.สูง (คณิตศาสตร์) จากวิทยาลัยครูสวนสุนันทา
- พ.ศ.2526 ค.บ. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากวิทยาลัยครูสวนดุสิต
- พ.ศ.2537 กศ.บ. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วย
การคิดวิจารณ์ควบคู่กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

บทคัดย่อ

ของ

ชญญา เรืองแก้ว

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
พฤษภาคม 2537

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ควบคู่กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เลือกเรียนวิชาเลือกเสรี ว 017 โครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 ของโรงเรียนพระแม่มารีย์สาธุประดิษฐ์ เขตยานนาวา จังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่เลือกมาจากการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 48 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 142 คน เป็นกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์จำนวน 24 คน กับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. จำนวน 24 คน ใช้เวลาในการทดลอง 20 คาบ คาบละ 50 นาที โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Pretest - Posttest Control Group Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการ t - test แบบข้อมูลเป็นอิสระต่อกัน (t - Independent) ทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวกลางเลขคณิต (Mean) ทั้งสองกลุ่ม กรณี Polled - Variance

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. ความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของโครงการในด้านคุณภาพและการเพาะความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ควบคู่กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. แตกต่างกัน

2. ความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ในด้าน ความเหมาะสมในการแก้ปัญหา ความเพียงพอในการแก้ปัญหา ความสมเหตุสมผลตามศาสตร์ การใช้ประโยชน์ และความสมบูรณ์ของผลงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ควบคู่กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. แตกต่างกัน แต่ในด้านการสื่อความหมายให้คนอื่นเข้าใจ ไม่แตกต่างกัน

A COMPARISON OF SCIENCE CREATIVITY PERFORMANCES OF
MATHAYOM SUKSA III STUDENTS TAUGHT BY THE MODIFIED
LATERAL THINKING PRATICES APPROACH AND
BY THE IPST TEACHER'S MANUAL

AN ABSTRACT
BY
THUNYA ROUNGKAEW

Presented in partial fulfillment of the requirement
for the Master of Education degree in Science Education
at Srinakharinwirot University

MAY 1994

The purpose of this study was to compare science creativity performances attained by M.S. III students taught by the modified lateral thinking practices approach and by the ipst's manual.

The sample comprised 48 Pharmaemary Sathuphadit M.S. III students randomly selected from its 142 correspondent population. Each group of 24 student was randomly assigned for each teaching approach, and the ipst's manual. The teaching period, following the randomized pretest - posttest control group design, was 20 -fifty minute periods. Data were analyzed by the pooled variance case of independent t-test.

The findings were as follows :

- 1) Science creativity performances of the two groups of students as determined by project's quality were significantly different both in novelty and germinality.
- 2) Science creativity performances of students as determined by the invented materials' quality were significantly different in appropriateness, adequaty, logical thinking, usefulness and organic aspect but not in communication.