

การศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ควยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง และ
แบบฝึกgrayบุคคล

ปริญญานิพนธ์

ของ

ศิริอร ไชญพิรัตน์

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สงวนวาท 23 พระโขนง กรุงเทพฯ 11 โทร 3921575, 3915058

15 ส.ย. 2527

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประธานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตร

ปริญญากการศึกษามหาบัณฑิต

เมษายน 2527

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

153952

การศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ทว่ยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยม่ีการฝึกแบบระคมพลังสมอง และ
แบบฝึกกรายบุคคล

บทคัดย่อ

ของ

ศิริอร ไชภูพิรัตน์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

เมษายน 2527

101 หน้า

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย เพื่อเปรียบเทียบแต่ละองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ อันได้แก่ ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนั้นผู้วิจัยยังได้ศึกษาถึงผลรวมขององค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เหมือนกัน แต่มีการฝึกที่แตกต่างกัน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพุทธจักรวิทยา เขตบางรัก จังหวัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2526 จำนวน 75 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 25 คน และใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control - Group Post Test - Only Design

ผู้วิจัยเป็นผู้สอนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม โดยกลุ่มควบคุมจะใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยไม่มีการฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มทดลองอีก 2 กลุ่ม จะมีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง และฝึกแบบรายบุคคล ซึ่งทั้ง 2 กลุ่มจะใช้แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ชุดเดียวกัน

หลังจากการทดลอง ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ชุดเดียวกัน ทดสอบวัดนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มแล้ว วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งองค์ประกอบทั้ง 3 ด้าน ของกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

THE STUDY OF THE MODELS IN DEVELOPING SCIENTIFIC CREATIVE
THINKING OF MATTAYOM SUKSA II STUDENT THROUGH THE
INQUIRY METHOD EMPHASIZING ON BRAIN STORMING
AND INDIVIDUALIZED PRACTICES

AN ABSTRACT

BY

SIRION CHAIPOOPIRUTANA

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

April 1984

The purpose of this study was to compare each of the components of the scientific creativity. The components, by this definition, consisted of scientific originality, scientific flexibility and scientific fluency. Furthermore, the researcher also compared the results concerning scientific creativity, considering as a whole, between two groups which have been treated in the same method but different emphasizing.

The subjects consisted of 75 secondary school students in Mattayom Suksa II of Puttajakvitaya school, Bangrak, Bangkok of 1983 academic year. They have been chosen by means of simple random sampling and then divided equally into three groups. In the experiment, one of the three groups was called the controlled group and the other two called the experimental group I and experimental group II. The research design of this experiment was the Randomized Control - Group Post Test - Only Design.

The three groups were studied by the Inquiry method with the same subject matters. The controlled group was studied on without any emphasizing while the experimental groups were emphasized on Brain Storming and Individualized practices respectively.

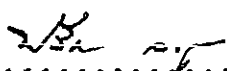
After, the three groups were treated, they have been evaluated by the same test and the Anova one way was used for analyzing the data. The researcher found the following results : the different of each components between the two experimental groups were not statistically significant, and the result was the same in comparing the groups by

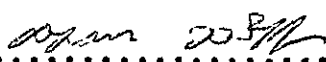
means of scientific creativity. Finally, the difference between the controlled group and each of the experimental groups, by means of scientific creativity and its components were statistically significant.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปัญหานี้นพนธ์ฉบับนี้แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

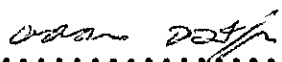
คณะกรรมการที่ปรึกษา

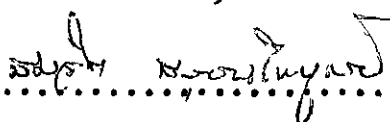
คณะกรรมการสอบ

.......... ประธาน

.......... กรรมการ

.......... ประธาน

.......... กรรมการ

.......... กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี เนื่องจากผู้เขียนได้รับความอนุเคราะห์จากท่านผู้มีพระคุณหลายท่าน อาทิ อาจารย์ คร.ปรีชา วงศ์ชูศิริ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมสรร วงษ์บุญน้อย รองศาสตราจารย์สมจิต สัมถพันธ์ และอาจารย์อีกหลายท่าน ที่มีอายุน้อยกว่า ๗ ปีนี้ให้หมก ไก่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องมาตั้งแต่ต้นจนตลอด ซึ่งผู้วิจัยซาบซึ้งในความกรุณา และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

อนึ่ง ท่านอาจารย์ผู้วิจัยซาบซึ้งในความเมตตาที่คอยเป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือแนะนำมาด้วยดีตลอดเวลา คือ ท่านอาจารย์สมจิตร สวชนไพบูลย์ ซึ่งผู้วิจัยจะขอระลึกถึงคุณก่าแห่งความดีงาม และความมีน้ำใจนั้นตลอดเวลา นอกจากนี้ยังได้รับความร่วมมือและช่วยเป็นกำลังใจจาก พี่ เพื่อน น้อง และศิษย์ เป็นผลให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงลงด้วยดี ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณ และขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ศิริวร ไข่มุกพิรัตน์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
จุดมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	5
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	6
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	7
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	7
นิยามศัพท์เฉพาะ	8
2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัย	12
ทฤษฎีและหลักการของความคิดสร้างสรรค์	12
การจัดกาเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์	16
การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	18
งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์	26
3 วิธีดำเนินการวิจัย	29
การเลือกกลุ่มตัวอย่าง	29
กำหนดและสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	30
กำหนดบทเรียนและเขียนแผนการสอนเพื่อใช้ในการทดลองสอน	32
การดำเนินการทดลอง	33
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	36
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	38

บทที่	หน้า
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	47
ความมุ่งหมายของการวิจัย	47
สมมติฐานของการวิจัย	47
กลุ่มตัวอย่าง	48
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	48
วิธีดำเนินการทดลอง	49
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	49
สรุปผลการวิจัย	50
อภิปรายผล	50
ข้อเสนอแนะ	52
ข้อเสนอแนะทั่วไป	52
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย	53
บรรณานุกรม	54
ภาคผนวก	59

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงแบบแผนการวิจัย	33
2 แสดงความสัมพันธ์พื้นฐานของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ภายหลัง การฝึก จากแนกตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์	38
3 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ จากกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่ม ทดลองที่ 2 ภายหลังการฝึก	39
4 แสดงความแตกต่างของรายเฉลี่ยระหว่างคู่ โดยวิธีของ Tukey	40
5 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดริเริ่มทาง วิทยาศาสตร์ จากกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ภายหลังการฝึก	41
6 แสดงความแตกต่างของรายเฉลี่ยระหว่างคู่ โดยวิธีของ Tukey	42
7 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของคะแนนความคิดยืดหยุ่น ทางวิทยาศาสตร์ จากกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่ม ทดลองที่ 2 ภายหลังการฝึก	43
8 แสดงความแตกต่างของรายเฉลี่ยระหว่างคู่ โดยวิธีของ Tukey	44
9 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของคะแนนความคิดคล่องแคล่ว ทางวิทยาศาสตร์ จากกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่ม ทดลองที่ 2 ภายหลังการฝึก	45
10 แสดงความแตกต่างของรายเฉลี่ยระหว่างคู่ โดยวิธีของ Tukey	46

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

เป็นที่ยอมรับกันว่า สังคมปัจจุบันมีความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว ความเจริญดังกล่าวเป็นผลมาจากความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ทั้งสิ้น โดยเฉพาะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลทำให้มวลมนุษยชาติได้รับความสุขสบายในการดำรงชีวิตมากขึ้น ขณะเดียวกันอัตราการเพิ่มของประชากรก็สูงขึ้นเป็นลำดับ มนุษย์จึงจำเป็นต้องแสวงหาวิธีการใหม่ ๆ ที่จะใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพื่อให้เกิดผลผลิตต่าง ๆ รวมถึงการใช้ทรัพยากรเหล่านั้นอย่างประหยัด เพราะนับวันทรัพยากรธรรมชาติมีแต่จะหมดไป จากสภาพดังกล่าวจึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ เช่น ปัญหาที่เกิดจากการแสวงหาวิธีการเพิ่มผลผลิต วิธีการใช้ทรัพยากรอย่างประหยัด และปัญหาการเพิ่มขึ้นของประชากรทำให้เกิดปัญหาทางด้านอาหาร ที่อยู่อาศัย อาชีพ โรงเรียน โรงพยาบาล ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้กำลังรบกวนการแก้ปัญหาจากความคิดที่ใหม่และแปลก ของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ทั้งสิ้น แนวทางในการแก้ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งก็คือ แนวทางของการจัดการศึกษา ซึ่งจะเน้นในการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ อารี สัททนี (อารี สัททนี 2510 : 201) กล่าวว่า "การศึกษาเพื่อความคิดสร้างสรรค์ เป็นสิ่งจำเป็นในสังคมปัจจุบัน เพราะสังคมในปัจจุบันมีปัญหาใหม่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา เขาวรรณไทยจะต้องได้รับการฝึกให้มีความคิดสร้างสรรค์เพื่อช่วยแก้ปัญหา" ซึ่งสอดคล้องกับความคิดของ เปียเจต์ (McCandless and Ellis, 1978 : 301 citing Piaget, 1952) ที่ว่า การพัฒนาความสามารถของการสร้างสรรค์นั้นเป็นเป้าหมายประการแรกของการศึกษา เขาเชื่อว่า การสร้างสรรค์เป็นส่วนที่มีคุณค่าต่อพัฒนาการของมนุษย์

ซึ่งสมควรได้รับการสนับสนุนและกระตุ้นให้เกิดในโรงเรียน

/ วิชาวิทยาศาสตร์ นับเป็นวิชาหนึ่งที่ลักษณะของวิชาสามารถช่วยให้นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกฝนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างเต็มที่ ดังที่ พิลซ์ และซันด์ (เบ็ดเตล็ด 2524 : 3 อ้างอิงมาจาก Piltz and Sand, 1969) ได้กล่าวไว้ว่า ไม่มีความรู้ของมนุษย์สาขาใด ที่จะมีผลให้เกิดการสร้างสรรค์ได้มากกว่าวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีว่า ไม่เพียงแต่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาที่เป็นความรู้ ได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ กฎ หลักการ ทฤษฎีและสมมติฐานเท่านั้น แต่ยังต้องการให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้เหล่านั้นด้วยตนเองควบคู่ไปด้วย (ปรีชา วงศ์ศิริ 2526 : 2) ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนเป็นผู้ที่คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับจุดหมายที่สำคัญของหลักสูตรที่ว่า (กระทรวงศึกษาธิการ 2521 : 2) ช่วยให้ผู้เรียนมีนิสัยใฝ่หาความรู้ ทักษะ รู้จักคิดและวิเคราะห์อย่างมีระเบียบวิธีการ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ แะสิ่งที่สำคัญก็คือ จะทำอย่างไรจึงจะสามารถจัดการกระบวนการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับจุดหมายนั้นได้ จากการวิจัยพบว่า วิธีการสอนน่าจะเป็นวิธีหนึ่งที่จะทำให้ผู้เรียนบรรลุถึงจุดหมายของการเรียนวิทยาศาสตร์ แมค คอสมัค (Hall, 1976 : 72 citing McCormak, 1969) พบว่า การศึกษาวิทยาศาสตร์จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้มากที่สุด เมื่อใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Teaching Method) สุวัฑณี นิยมภา (สุวัฑณี นิยมภา 2517 : 124) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการชวนให้นักเรียนได้ลงมือหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิดด้วยตนเอง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไม่ใช่ว่าบอกความจริงทางวิทยาศาสตร์ให้แก่เด็ก แต่เป็นการช่วยให้นักเรียนได้วางแผนแก้ปัญหาและกำหนดวิธีค้นคว้าหาความรู้เอง ซึ่งต้องอาศัยการสร้างบรรยากาศที่จะช่วยกระตุ้นให้เกิดเกิดความรู้สึกรักเป็นอิสระที่จะซักถาม และทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนต่าง ๆ การกระทำเช่นนี้นักเรียนจะค้นพบความสามารถของตนเองในการเรียนรู้ โดยการใช้

สติปัญญาของตนเองเพื่อแก้ปัญหา (สมศักดิ์ มากบุญ 2521 : 3 - 14) ควรเปิดโอกาสให้เด็กแต่ละคนได้พัฒนาไปตามความสามารถและสติปัญญาของแต่ละบุคคล การเรียนการสอนจึงเปลี่ยนจากการบอกความรู้ให้แก่เด็ก มาเป็นการเน้นให้เด็กรู้จักคิดและฝึกให้นักเรียนได้รู้จักวิธีการแสวงหาความรู้ ตลอดจนช่วยให้ทุกคนได้เรียนรู้โดยการฝึกและคิดตามความสามารถที่เหมาะสมกับวัย โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual differences) ดังนั้น ในการฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จึงได้จัดให้มีการฝึกเป็นรายบุคคล เพื่อสนองความแตกต่างของบุคคล ตลอดจนเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักแสวงหาและเรียนรู้สิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อสังคมและตนเอง รู้จักแก้ปัญหา ตัดสินใจ มีความรับผิดชอบ ส่งเสริมความเจริญงอกงามของเด็กแต่ละคนไปมากที่สุด และพัฒนาความคิดในทางสร้างสรรค์มากกว่าทำลาย ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ชันด์ และโทรวบริจ

(นฤมล ยุติกม 2522 : 22 อ้างอิงมาจาก Sund and Trowbridge. 1973) ที่ว่า สิ่งแวดล้อมมีบทบาทสำคัญมากในการกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง (Self direction) ทำกิจกรรมหลาย ๆ อย่าง ฝึกให้คิดก็จะช่วยกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้

กระบวนการฝึกและวิธีสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นั้น ได้มีผู้ศึกษากันกว้างไกลหลายวิธี ดังเช่น วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล (วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล 2526 : 5) ได้ศึกษาพบว่า วิธีฝึกและวิธีสอนที่นิยมกันมากที่สุดได้แก่ วิธีการระดมพลังสมอง (Brain Storming) การสอนแบบโครงการ (Project) วิธีการแก้ปัญหา (Problem Solving) สำหรับวิธีการระดมพลังสมอง สมพงษ์ เกษมสิน (สมพงษ์ เกษมสิน 2517 : 15) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นวิธีการกระตุ้นให้บุคคลได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ หลักการสำคัญอยู่ที่ ให้สมาชิกที่เข้าร่วมอภิปราย หรือเข้าพัฒนาทุกคนได้แสดงความคิดเห็นในเชิงสร้างสรรค์เกี่ยวกับหัวข้อที่จะอภิปรายทุกคน โดยไม่ต้องกังวลว่าความคิดเห็นนั้นจะถูกต้อนแน่แท้หรือไม่ วิธีนี้ในขั้นแรกต้อง การปริมาณใบคำ

การแสดงความคิดเห็นมากกว่าที่จะกองการคุณภาพ โดยต้องการให้ไต่ความคิดจาก
กลุ่มมากที่สุดและเร็วที่สุด จากนั้นสมาชิกในกลุ่มจึงช่วยกันอภิปรายเพื่อเลือกแผนความ
เห็นที่ดี และเหมาะสมกับหัวข้อที่จะอภิปราย

แต่ในการฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งแบบระดมพลังสมองและ
แบบรายบุคคล ยังไม่มีผู้ใดนำทั้ง 2 วิธีนี้มาศึกษาเปรียบเทียบกัน ผู้วิจัยจึงสนใจที่
จะนำการฝึกความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 2 วิธีนี้ มาฝึกโดยใช้แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นแบบฝึกหัดปลายเปิด วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล (วรรณรักษ์
ชัยชาญกุล 2526 : 6) ได้กล่าวว่า แบบฝึกหัดปลายเปิดเป็นแบบฝึกที่ใช้คำถาม
ในลักษณะที่สามารถให้คิดและตอบได้หลายแง่หลายมุม เป็นแบบฝึกหัดที่เปิดโอกาสให้
เด็กได้มีโอกาสคิดเพื่อค้น ท้าทาย จินตนาการในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยในระหว่าง
การใช้แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะไม่มีภาระประเมิน ซึ่งสอดคล้อง
กับการวิจัยของ โรเจอร์ (Rogers. 1970 : 146) ที่พบว่า ภาวะที่ส่งเสริม
ให้บุคคลกล้าคิดอย่างสร้างสรรค์ได้แก่ ภาวะที่บุคคลรู้สึกปลอดภัย รู้สึกว่าตนเองมีค่า
ได้รับการยอมรับ รวมทั้งภาวะที่มีเสรีภาพ ในการแสดงออกโดยไม่ถูกวิพากษ์วิจารณ์
หรือถูกประเมิน ผลการศึกษานี้ก็คล้ายกับการศึกษาของ คูณ (Coon. 1957 : 79)
ที่พบว่า วิธีแก้ปัญหาแบบกลุ่มที่เปิดโอกาสให้สมาชิกได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ
โดยไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ หรือประเมิน เป็นวิธีการที่ช่วยเราให้เกิดความคิด
สร้างสรรค์ได้

ในการนำแบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ เพื่อพัฒนาความ
คิดสร้างสรรค์นั้น นอมถิติ จงพยุหะ (นอมถิติ จงพยุหะ 2516 : 142 - 145)
ได้เสนอแนะว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นส่วนหนึ่งรวมอยู่ในกระบวนการเรียนรู้ ฉะนั้น
การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ จึงขึ้นอยู่กับสถานการณ์ของการเรียนรู้เป็นสำคัญ ความ
คิดสร้างสรรค์นั้นจะพัฒนาได้ภายใต้การนำของครูที่ชำนาญ มีความรู้ความเข้าใจ และ
สิ่งที่จะส่งเสริมการพัฒนาความสามารถด้านการสร้างสรรค์ก็คือ การจัดสิ่งแวดล้อมหรือ
สถานการณ์ที่ดีและเราใจให้นักเรียนแสดงออกทางการสร้างสรรค์ ให้สูงขึ้นเรื่อย ๆ

โดยคำนึงถึงความเป็นอิสระในการฝึกและแสดงออก ซึ่งสอดคล้องกับ สตอร์ม
(Storm. 1969 : 259) ที่ได้ศึกษาว่า โดยธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์
นั้น จะมีศักยภาพอยู่แล้วในทุกคน แต่อาจมีปริมาณความคิดสร้างสรรค์ต่างกัน ถ้า
ศักยภาพได้รับการส่งเสริมก็จะช่วยให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ นอกจากนี้
ผลการวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของ ทอร์เรนซ์ (สุมาลี กาญจนชาติ
2525 : 3 อ้างอิงมาจาก Torrance. 1966) ยังพบว่า วัยที่เด็กคิดอย่าง
สร้างสรรค์ได้ คือ ช่วงอายุ 11 - 15 ปี ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ เปียเจต์ และ
บรูเนอร์ (วกรักษ์ รัชชาญกุล 2526 : 7 อ้างอิงมาจาก Piaget 1958 and
Bruner. 1963) ว่าเด็กวัยนี้ สามารถคิดอย่างมีเหตุผล แต่อาจจะไม่ใช่เหตุผล
ทั้งที่ผู้ใหญ่คิด ดังนั้นครูอาจทราบเหตุผลของเด็กได้ด้วยการกระตุ้นให้มีการแสดงความคิด
เห็นอย่างอิสระ โดยให้แสดงออกได้ด้วยการเขียน ในการวิจัยครั้งนี้จึงเลือกวิจัย
กับเด็กระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2

ด้วยเหตุผลดังกล่าว การจัดการเรียนการสอนของครูจึงมีความสำคัญและมี
มีประโยชน์อย่างยิ่ง ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะมีผลถึง
การผลิตคนที่มีคุณภาพและสามารถแก้ปัญหาให้แก่สังคมได้ แต่ปัจจุบันยังไม่เคยมีการ
ศึกษาในด้านการฝึกและแบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ที่มีผลต่อการพัฒนาความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่สอนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึก
แบบระดมพลังสมอง และแบบฝึกส่วนบุคคล

จุดมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการฝึกแบบระดมพลังสมองและ
แบบฝึกส่วนบุคคล ซึ่งในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้จำแนกความคิดสร้างสรรค์ออกได้
ดังนี้

1. ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์
2. ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์
3. ความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง จะมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างจากกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบรายบุคคล
2. นักเรียนกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง จะมีความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างจากกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบรายบุคคล
3. นักเรียนกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง จะมีความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างจากกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบรายบุคคล
4. นักเรียนกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง จะมีความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างจากกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบรายบุคคล

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. จากการฝึกทั้งแบบระดมพลังสมองและแบบรายบุคคล จะทำให้ครูในระดับมัธยมศึกษา ได้ทราบถึงแนวทางของการฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปเป็นแนวทางปรับปรุงการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาให้เหมาะสมยิ่งขึ้น
2. ผลการศึกษานี้ เป็นแนวทางในการปรับปรุง การจัดกิจกรรมการเรียน การสอนวิชาวิทยาศาสตร์แก่ผู้บริหาร ศึกษานิเทศก์ และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรให้เห็นถึงความสำคัญในการส่งเสริมการแสดงออกทางความคิดสร้างสรรค์ ให้กับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา

ตัวแปรในการศึกษาค้นคว้า

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีการฝึก
- 2 รูปแบบ ได้แก่
 - 1.1 การฝึกแบบระดมพลังสมอง
 - 1.2 การฝึกแบบรายบุคคล
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะศึกษาละเอียดในกาน
 - 2.1 ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์
 - 2.2 ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์
 - 2.3 ความคิดกลองแกลวทางวิทยาศาสตร์

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ชักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพุทธจักรวิทยา เขตบางรัก จังหวัดกรุงเทพมหานคร สังกัดกรมสามัญศึกษา

ปีการศึกษา 2526 จำนวน 3 ห้องเรียน โดยเป็นกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน และเป็นกลุ่มทดลอง 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 75 คน แบ่งเป็นห้องเรียนละ 25 คน

2. เนื้อหาที่ใช้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นเนื้อหาตามหลักสูตรวิชา วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2521 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้หนังสือวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 4 บทที่ 12 เรื่อง สู่อวกาศ ระดับมัธยมศึกษา ปีที่ 2 ระยะเวลาในการสอน รวม 12 คาบ

3. ทำการทดลองภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2526 เป็นเวลา 3 สัปดาห์ ต่อเนื่องกัน โดยสอนสัปดาห์ละ 4 คาบ คาบละ 50 นาที

4. ผู้วิจัยถือเกณฑ์ในการเลือกเนื้อหาเพื่อนำมาทำการสอนและสร้างแบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

4.1 เป็นเนื้อหาที่สามารถสร้างแบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะนำมาฝึกในวิธีการฝึกแบบระดมพลังสมองกับแบบรายบุคคลได้

4.2 เป็นเนื้อหาที่โรงเรียนที่จะทำการทดลองจัดให้มีการเรียนการสอน ในช่วงเวลาที่ผู้วิจัยออกทำการทดลอง

5. แบบฝึกความคิดทางสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เนื้อหาที่นำมาสร้าง เป็นแบบฝึกเป็นเนื้อหาจากหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สู่อวกาศ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. รูปแบบการพัฒนาหมายถึงขั้นตอนที่ใช้ในการฝึกแบบระดมพลังสมองและแบบรายบุคคล ที่กำหนดขึ้นเพื่อฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดได้หลายทิศทาง ซึ่งมีลักษณะพิเศษคือ มีความคิดริเริ่ม (Originality) ความยืดหยุ่น (Flexibility) และมีความคล่องในความคิด (Fluency)

2.1 ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ที่ไม่มีใครในกลุ่ม

2.2 ความกตัญญู หมายถึง ความสามารถที่จะคิดหาคำตอบหรือแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง

2.3 ความคล่องในความคิด หมายถึง ความสามารถที่จะคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบได้มากในเวลาจำกัด

3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดงความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ และความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาช่วยในการคิดแก้ปัญหา หรือหาคำตอบต่าง ๆ

3.1 ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ที่ไม่มีใครในกลุ่ม ในทางวิทยาศาสตร์

3.2 ความกตัญญูทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่จะคิดหาคำตอบ หรือแก้ปัญหา ได้หลายแนวทางในทางวิทยาศาสตร์

3.3 ความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่จะคิดแก้ปัญหา หรือหาคำตอบได้มากในเวลาจำกัดในทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วัดได้จากคะแนนในการตอบแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ ทศนีย์ พฤษชลธาร สำหรับเกณฑ์ในการให้คะแนน ผู้วิจัยได้เขียนไว้แล้ว ในชั้นดำเนินการวิจัย

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skill) หมายถึง ทักษะกระบวนการที่ใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในขั้นนี้ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการออกแบบการทดลอง

4.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ข้อความจริงชั่วคราวที่สมมุติขึ้นโดยยังไม่ได้มีการทดลองรับรอง เพียงแต่เห็นว่าข้อความจริงชั่วคราวนี้จะใช้อธิบายปัญหาที่พบได้

4.2 ทักษะการออกแบบการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการคิดวางแผนและออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

5. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) หมายถึง การสอนแบบสืบเสาะตามวิธีการเรียนการสอนของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามหลักสูตร พุทธศักราช 2521 ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.1 การอภิปรายเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน

5.2 การทดลอง

5.3 การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

6. แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง แบบฝึกหัดที่สร้างจากเนื้อหาที่จะทำการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยยึดแนวทางในการสร้าง จากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ ทอแรนซ์ (ฉบับทดสอบภาษาไทยเขียน) จากแนวของ ทศนีย์ พลฤษชลาธร และจากแนวฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ วรณรัชช์ จัชชาญกุล เป็นแบบฝึกที่ใช้สถานการณ์เป็นสื่อให้นักเรียนตอบคำถาม ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของการกระทำนั้น ๆ ที่อาจเป็นไปได้ทั้งหมด โดยแบบฝึกหัดนี้จะใช้ฝึกทั้งในการฝึกแบบระดมพลังสมอง และการฝึกแบบรายบุคคล

7. การฝึกแบบระดมพลังสมอง (Brain Storming Practice) หมายถึง การฝึกที่มุ่งให้สมาชิกในกลุ่มได้แสดงความคิดเห็นในเชิงสร้างสรรค์เกี่ยวกับปัญหาที่อยู่ในแบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นให้สมาชิกทุกคนแสดงความคิดเห็นออกมาให้มากที่สุด แล้วจึงบันทึกเอาไว้ซึ่งการฝึกแบบระดมพลังสมองจะมีลักษณะเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คน โดยในกลุ่มจะประกอบด้วย ประธาน เลขา และสมาชิก ซึ่งประธานจะมีหน้าที่กระตุ้นให้สมาชิกแสดงความคิดเห็น ส่วนเลขาจะทำหน้าที่จดบันทึกข้อคิดเห็นของสมาชิก จะใช้การฝึกแบบระดมพลังสมองหลังจากการสอนเนื้อหา โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะ ซึ่งจะไม่มีการประเมินผลหลังจากที่นักเรียนได้ฝึกแบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

8. การฝึกแบบรายบุคคล (Individualized Practice) หมายถึง การฝึกที่มุ่งถึงความแตกต่าง ความสามารถ ความรับผิดชอบ และประสิทธิภาพของ

แต่ละบุคคลในการแสดงความคิดเห็นในเชิงสร้างสรรค์เกี่ยวกับปัญหาที่อยู่ในแบบฝึก
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นให้แต่ละคนแสดงความคิดออกมาให้ได้
มากที่สุดโดยไม่ต้องกลัวหรืออายว่าเพื่อน ๆ จะรู้ถึงความคิดของตนเอง ซึ่งโดยลักษณะ
ของการฝึกแบบรายบุคคล จะเน้นความมีอิสระ และเสรีภาพในการใช้ความคิด จะ
ใช้การฝึกแบบรายบุคคลหลังจากการสอนเนื้อหา โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะ ซึ่งจะ
ไม่มีการประเมินผลหลังจากที่นักเรียนได้ฝึกแบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

9. การไม่ประเมินผล หมายถึง การที่ไม่มีการให้คะแนนสำหรับคำตอบ
ของนักเรียนในแบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แต่จะมีการให้ข้อมูล
ย้อนกลับ (knowledge of result) เพื่อให้ให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย แยกเป็นประเภทได้ดังนี้

1. ทฤษฎีและหลักการของความคิดสร้างสรรค์
2. การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์
3. การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

1. ทฤษฎีและหลักการของความคิดสร้างสรรค์

การศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในบทวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้พยายามให้คำนิยามและทฤษฎีไว้มากมาย ดังเช่น

ทอร์แรนซ์ (Torrance. 1964 : 47) ได้ให้คำนิยามไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาด้วยการคิดอย่างลึกซึ้ง ที่นอกเหนือไปจากลำดับขั้นของการคิดอย่างปกติธรรมดา เป็นลักษณะเฉพาะภายในตัวบุคคลที่สามารถจะคิดได้หลายแง่หลายมุม ผสมผสานจนได้ผลใหม่ซึ่งถูกต้องสมบูรณ์กว่า ความคิดสร้างสรรค์นี้ประกอบด้วยการบวนการของการคิด 4 ขั้น คือ

1. กระบวนการของความรูสึกว่ามีปัญหา มีความยุ่งยากเกิดขึ้น (Sensing problem)
2. กระบวนการคาดคะเน หรือตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหานี้ (Formulating hypothesis)
3. กระบวนการทดสอบสมมติฐานนั้น (Testing questes)

4. การสื่อสารผลที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน (Communicating the results)

กิลฟอร์ด (นฤมล บุทาคม 2522 : 9 - 13 อ้างอิงมาจาก Guilford . 1968) ได้จัดพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์อยู่ในมิติหนึ่งของโครงสร้างสติปัญญา (Structure of intellect) โครงสร้างของสติปัญญาคือความสามารถทางสมอง ประกอบด้วย 3 ประการ คือ

1. ด้านเนื้อหา (Contents)
2. ด้านวิธีการคิด (Operation)
3. ด้านผลผลิต (Products)

ความคิดสร้างสรรค์ เป็นส่วนหนึ่งที่อยู่ในมิติของการคิด ซึ่งประกอบด้วย

5 ประการ คือ

1. รู้และเข้าใจ (Gognition) หมายถึง ความสามารถทางสมองที่จะสามารถเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว
2. การจำ (Memory) หมายถึง ความสามารถของสมองในการสะสมข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้และสามารถระลึกได้เมื่อต้องการ
3. การคิดแบบขนาน (Divergent thinking) หมายถึง ความสามารถทางสมองในการตอบสนองได้หลายทางจากสิ่งเร้าโดยไม่จำกัดจำนวนคำตอบหรือคิดได้หลาย ๆ ทาง
4. การคิดแบบเอกนัย (Convergent thinking) หมายถึง ความสามารถทางสมองที่จะสรุปหรือดึงข้อมูลได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้
5. การคิดแบบประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถของสมองที่จะประเมินคุณค่าของข้อมูล หรือเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่าดี ไม่ดี สามารถปฏิบัติได้หรือไม่ได้

สำหรับความคิดแบบเอกนัย (Divergent thinking) นั้น กิลฟอร์ด กล่าวว่า เป็นความสามารถที่จะคิดคำตอบได้หลายแนวทางจากข้อมูลที่กำหนดให้ และ

พบว่า องค์ประกอบของความสามารถในการคิดแบบอเนกนัย มีความสัมพันธ์โดยตรง
กับความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการคิดแบบอเนกนัย ประกอบด้วย

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการ
คิดคำตอบได้จำนวนมาก ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดในเรื่องหน่วย ความสัมพันธ์
และระบบ

2. ความยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความพร้อมที่จะเปลี่ยน
แนวทางหรือแก้ปัญหามุมอื่น ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดเรื่องจำนวน และการ
แปลงรูป

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถที่จะคิด
สิ่งที่ไม่เหมือนใคร หรือคิดสิ่งที่คุณเหมือนไม่สัมพันธ์กันให้เข้ากันได้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับ
ผลของการคิดในเรื่องการแปลงรูป

4. ความละเอียดละออ รอบคอบ (Elaboration) หมายถึง ความ
สามารถที่จะต่อเติมความคิดให้สมบูรณ์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิด เรื่องการแสดง
ความหมาย

หลักความคิดสร้างสรรค์ของ กิลฟอร์ด (เนเยาว์ ทักนิช, 2523 : 13
อ้างอิงมา จาก Gullford . 1968) มุ่งไปที่ความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้
รวดเร็ว กว้างขวาง และมีความคิดริเริ่ม ถ้ามีสิ่งเรามากกระตุ้นให้เกิดความคิด
นั้น ๆ สิ่งเร้าที่จะมากระตุ้นให้เกิดความคิดนั้นแม้จะคล้ายกัน 4 ชนิด คือ

1. รูปภาพ
2. สัญลักษณ์
3. ภาษา
4. พฤติกรรม

ส่วน ฮัทชินสัน (Hutchinson. 1949 : 42 - 44) ได้กล่าวว่า
ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เข้าด้วยกัน อันจะนำสู่การ

แก้ปัญหาใหม่ที่เราจะใช้ระยะเวลาอีกอันรวดเร็ว หรือยาวนาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัญหานั้น หรือความคิดสร้างสรรค์คือ การหยั่งรู้นั้นเอง ซึ่งจะมีลำดับของการคิดดังนี้คือ

1. ขั้นเตรียม (The stage of preparation) เป็นขั้นการรวบรวม ประสพการณ์เก่า ๆ รู้จักลองผิดลองถูก และตั้งสมมติฐานเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ

2. ขั้นครุ่นคิด (The stage of frustration) เป็นระยะที่มีอารมณ์ต่าง ๆ เช่น กระวนกระวาย รู้สึกท้อแท้ อับเนื่องจากการครุ่นคิดที่จะแก้ปัญหานั้นแต่ยังคิดไม่ออก

3. ขั้นของการเกิดความคิด (The period or moment of insight) เป็นระยะที่เกิดความคิดแวบขึ้นมาในสมองทันทีทันใด มองเห็นวิธีแก้ปัญหานั้น ๆ หรือ คำคำตอบออก

4. ขั้นพิสูจน์ (The stage of verification) เป็นระยะตรวจสอบ ประเมินผลโดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อดูว่าคำตอบที่คิดออกนั้นเป็นจริงหรือไม่

✓ เทย์เลอร์ (Sund and Leslic. 1974 : 108 - 109 citing Taylor. 1904) ให้ความหมายความสามารถทางสร้างสรรค์ว่า เป็นความสามารถที่จะคิดย้อนกลับโดยการนำสิ่งของ หรือความรู้ต่าง ๆ ซึ่งดูเหมือนไม่สัมพันธ์กันมารวมกัน เพื่อการแก้ปัญหาในแนวทางใหม่ และเสนอว่าความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยความสามารถในการคิด เป็นการกระตุ้นความคิดภายในและร่วมกันใช้ความคิดเหล่านี้ เพื่อให้เกิดความคล่องตัว และความมั่นใจมากขึ้น ความถ้อยหนักแน่นทำให้พิจารณาปัญหาได้หลายแง่ และความคิดริเริ่มเปิดการพิจารณาในแง่ต่าง ๆ ในทางที่แปลกใหม่

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1970 : 90 - 93) พบว่า การคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางการคิด ซึ่งแตกต่างจากการคิดอย่างมีเหตุผล (Critical thinking) ตรงที่ว่า การคิดสร้างสรรค์เกี่ยวข้องกับความคิดใหม่ ๆ ซึ่งจะขัดแย้งกับความคิดก่อน ๆ การคิดสร้างสรรค์เป็นการกระทำของการตั้งประสพการณ์เก่า ๆ ออกมาทั้งหมด และเป็นการกระทำของการเลือก เพื่อที่จะสร้างแบบแผนใหม่ ๆ

ออกมา คำว่า ใหม่ นี้ ถ้าเป็นเด็กเล็ก ๆ กระทำก็หมายถึงว่า เป็นความคิดใหม่ สำหรับตัวเขา แต่ถ้าเป็นผู้ใหญ่ก็หมายถึง เป็นความคิดใหม่ ๆ ที่ต่างจากลักษณะเดิมในสังคม

จากนิยามและหลักการ ดังกล่าว จะพบว่า นักการศึกษาและนักจิตวิทยาเชื่อว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถที่มีอยู่ในทุกคน และเราสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในตัวบุคคลได้ ฉะนั้นจากทฤษฎีดังกล่าว จึงมีประโยชน์อย่างยิ่งในการที่จะนำไปพิจารณาในการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

2. การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

๖ ทว่าอย่างไรจึงจะให้เกื้อหนุนพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์สูง การจัดการเรียนการสอนในโรงเรียน จะช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของเด็กได้หรือไม่ แบลเคนชิพ (Blankenship. 1976 : 7147 - A) พิสูจน์ให้เห็นว่า สามารถจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้ แต่การสอนให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์กองอาจยังประกอบหลายอย่าง ดังที่ วอสตัน (ซูมาลี กาญจนชาติ 2525 : 16 อ้างอิงมาจาก Washton. 1967) ได้ให้ความเห็นว่า การสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนจะต้องคำนึงถึงเนื้อหาของหลักสูตรและวิธีสอน วิธีสอนควรจะเป็นแบบสืบสวน หรือการทดลองที่เปิดกว้างให้นักเรียนได้คิดในการสร้างสถานการณ์ การเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น ควรจะเป็นคนที่มีความยืดหยุ่น นอกจากหลักสูตรและวิธีสอนแล้ว เชาวนา บุทธสุริยพันธ์ (เชาวนา บุทธสุริยพันธ์ 2514 : 12 - 15) ยังพบว่า บรรยากาศในการเรียนการสอนก็มีส่วนสำคัญเช่นกัน จากผลการศึกษาของนักการศึกษากลุ่มนี้แสดงให้เห็นว่า ลักษณะความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลจะได้รับการส่งเสริมให้พัฒนาได้ เมื่ออยู่ในสภาวะที่มีอิสระ ในการแสดงออกได้รับการยอมรับจากกลุ่ม ไม่ถูกควบคุมจากระเบียบวินัยที่เคร่งครัดจนเกินไป ตลอดจนการ

ส่งเสริมให้แต่ละคนรู้จักแก้ปัญหาด้วยตนเอง นักการศึกษาในกลุ่มนี้เชื่อว่า การพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์อาจจะหยุดยั้งได้ เมื่ออยู่ในภาวะที่ถูกจำกัด

ทอร์แรนซ์ (Torrance. 1974 : 7 - 9) เสนอคุณลักษณะของกิจกรรมที่จะทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการแก้ปัญหาว่า ควรมีลักษณะที่แสดงถึงความไม่สมบูรณ์ และเป็นปลายเปิด (openend) การประณามสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง และการใช้คำถามของนักเรียน เขายังได้เสนอแนวทางที่ครูสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ดังนี้ (Torrance. 1964 : 31 - 32)

1. ยอมรับฟังคำถามที่แปลกใหม่ (unusual) ของนักเรียน
2. ยอมรับความคิดและวิธีการแก้ปัญหาแปลกใหม่ที่นักเรียนคิด
3. แสดงให้นักเรียนเห็นว่า ความคิดของเขาดีคุณค่า
4. จัดโอกาสให้นักเรียนได้เรียน คิด และค้นพบโดยไม่คงมีการประเมินผล
5. ในการประเมินผล จะต้องให้นักเรียนได้ทราบสาเหตุ และผลของการประเมินผลนั้น ๆ

โรเจอร์ (สุมานิน รุ่งเรืองธรรม 2522 : 63 อ้างอิงมาจาก Roger. 1970) สรุปผลจากการสังเกตในการรักษากนไข่โรคจิตของเขา ซึ่งนำมาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ ได้ดังนี้

1. การจัดให้มีภาวะที่มีความปลอดภัยทางจิต กล่าวคือ
 - 1.1 ครูยอมรับค่าและเคารพในความคิดเห็นของคนแต่ละคน
 - 1.2 ไม่มีการเปรียบเทียบความคิดเห็น และผลงาน ทุกคนทำงานด้วยความสบายใจ ไม่ต้องหวั่นวิตกว่าจะได้คะแนนไม่ดี
 - 1.3 ครูมีความเข้าใจในผลงานของนักเรียน
2. จัดให้มีการแสดงออกอย่างเสรี เช่น ให้อิสระ หรือทำในสิ่งที่แปลกและใหม่

ส่วน เคอร์ ซีคโก (De Cecco. 1968 : 459) กล่าวว่า ครูสามารถที่จะจัดสถานการณ์ที่จะส่งเสริมความคิดยืดหยุ่น ความคล่องในการคิด และความคิดริเริ่ม

ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียนได้ เขามองว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นการแก้ปัญหา
ระดับสูงซึ่งสามารถจัดการเรียนการสอนให้พัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ได้
เขาได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนไว้ 3 วิธี คือ

1. การจำแนกชนิดของปัญหาที่จะให้นักเรียนแก้ เขาอ้างถึงข้อเสนอของเขาว่า
ความคิดสร้างสรรค์ จะเกิดขึ้นได้ในสถานการณ์ซึ่งครูได้เตรียมปัญหาไว้ให้แต่ไม่บอกวิธี
การแก้ปัญหาแก่นักเรียน และจากสถานการณ์ดังกล่าว จึงจะนำไปสู่สถานการณ์ที่ไม่
บอกทั้งปัญหา และวิธีการแก้ปัญหานักเรียน ถ้านักเรียนรู้สถานการณ์ของปัญหาน้อย
เท่าไร นักเรียนก็จะสามารถคิดสร้างสรรค์ได้มากขึ้นเท่านั้น

2. ให้นักเรียนพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา โดยวิธีระดมพลังสมอง (Brain
Storming) การตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน และการอ่าน

3. การให้รางวัล เมื่อนักเรียนสามารถทำกิจกรรมที่สร้างสรรค์

จากทฤษฎีและการค้นคว้าของนักการศึกษาทั้งหลาย จะเห็นได้ว่าการจัด
การเรียนการสอน ให้เกิดความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่เป็นไปได้ และควรทำอย่างยิ่ง
โดยเฉพาะในวิชาวิทยาศาสตร์ ครูจึงควรศึกษาถึงสภาพแวดล้อมและบรรยากาศใน
การเรียนการสอนเพื่อช่วยส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

3. การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แองก์เนย์ และแซร์ (สุวิมล ชอบทำกิจ 2522 : 22 อ้างอิงมาจาก
Ankney and Sayre. 1975 : 23 - 25) กล่าวว่า "ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่
ที่มีความสำคัญมากในสาขาวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะทำให้เกิดการริเริ่มในสิ่งใหม่ ๆ"
จากคำกล่าวนั้นครูวิทยาศาสตร์จึงควรตระหนักว่า คนมีหน้าที่ในการพยายามที่จะสอน
วิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง ฟิลท์ และ
ซันด์ (ประทุม ทองพูน 2522 : 15 อ้างอิงมาจาก Piltz and Sund. 1968)
ได้เสนอหลักการสร้างหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

❧ 1. ความสามารถในการสร้างสรรค์มีอยู่แล้วในตัวเด็กทุกคน แต่จะมีความ
แตกต่างกัน เด็กควรมีโอกาสได้แสดงถึงความแตกต่างของแต่ละคนออกมาในรูปของ

กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในหลายรูปแบบ เพื่อจะเกิดผลตอบสนองในทางสร้างสรรค์

2. การจัดกิจกรรมการสืบสวน ซึ่งประกอบไปด้วยจินตนาการ การริเริ่ม การตั้ง และทดสอบสมมติฐาน การค้นพบปัญหา การตัดสินใจ และการสื่อความหมายไว้ในหลักสูตร

3. อุปกรณ์การสอนในหลักสูตร ย่อมมีลักษณะในการสร้างสรรค์มากก็ยิ่งจะกระตุ้นให้ครู และนักเรียนเกิดการสร้างสรรค์มากขึ้น

4. ครูควรได้รับการสนับสนุนให้มีการศึกษา และออกแบบอุปกรณ์การสอนใหม่ ๆ

5. เราสามารถนำวิธีการทำงานเป็นคณะมาใช้ในการทดสอบ การประเมินผล และการออกแบบอุปกรณ์การสอนที่สร้างสรรค์ได้

ราอูฟ (เบญจมาศ ชัยชูวงศ์ 2524 : 22 - 23 อ้างอิงมาจาก Raouf. 1974) ได้ชี้ให้เห็นเทคนิควิธีสอนที่กระตุ้นให้เกิดพัฒนาการทางด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า ควรประกอบไปด้วยเทคนิคต่าง ๆ ดังนี้ คือ

1. คาดามหลายแง่มุมหลายมุม
2. การสืบสวนสอบสวน
3. การคิดประดิษฐ์เครื่องมือทดลองจากอุปกรณ์ที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อม
4. ให้เล่นเกมส์ทางวิทยาศาสตร์
5. ให้นักเรียนแสดงบทบาท (role playing)

ส่วน แอนเดอร์สัน (Anderson. 1970 : 103 - 105) ได้เขียนไว้ว่า เด็กจะสร้างสรรค์ได้ที่สุดในบรรยากาศที่ผ่อนคลาย ได้รับการยอมรับนับถือ และอยู่ในสถานะที่เป็นประชาธิปไตย การไม่บังคับจะทำให้เด็กได้พัฒนาอย่างเสรี โดยเด็กจะตอบสนองต่อสิ่งเร้าอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งสามารถส่งเสริมความสามารถของแต่ละบุคคล โดยผลของความพยายามของแต่ละบุคคลจะได้รับการส่งเสริม โดยการให้รางวัล นอกจากนี้ครูสามารถจัดหาโอกาส เพื่อให้เด็กได้แสดงออกอย่างสร้างสรรค์ในทางวิทยาศาสตร์ได้โดยวิธีการสอนต่อไปนี้

1. ให้นำการแสดงออกทางด้านการริเริ่ม จัดหาวิธีการต่าง ๆ กันในการแก้ปัญหาให้เด็กทำการทดลอง หรือ ทำงานที่มอบหมายด้วยตัวของเขาเอง ให้การยกย่องสำหรับการคิดริเริ่ม

2. จัดให้มีการอภิปรายแบบระดมพลังสมอง (Brain Storming)

3. ให้นักเรียนได้ฝึกตอบคำถามที่ต้องใช้ความคิดที่เหนือธรรมดา เช่น "นักเรียนคิดว่าอะไรจะเปลี่ยนแปลงไป ถ้าการหมุนของโลกเปลี่ยนแปลงไป ทำให้ดวงอาทิตย์ขึ้นเพียงสัปดาห์ละครั้ง?"

4. พยายามอ้างอิงถึงประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ และบุคคลซึ่งเกี่ยวข้องกับ การศึกษาถึงการค้นพบเช่นนี้ จะนำไปใช้ในการอภิปรายวิธีการของการค้นพบได้

5. แสดงให้เห็นว่า การสร้างสรรค์นั้น เป็นวิธีของการคิดที่จะนำไปใช้ในการเรียนรู้ได้ในทุกสาขาวิชา เช่น ศิลปะ ดนตรี การอ่าน ภูมิศาสตร์ และอื่น ๆ การถกเถียง นี้จะเป็นการเสริมความคิดสร้างสรรค์ และจะย้อนกลับมาสู่วิทยาศาสตร์ได้

6. การเกิดความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวข้องกับปริมาณ และความแตกต่างของประสบการณ์ในอดีต ฉะนั้นจึงควรจัดทำประสบการณ์ที่แตกต่างกันมาก ๆ เท่าที่จะเป็นไปได้ และก็ควรจะทำโอกาสที่จะสังเคราะห์ประสบการณ์เหล่านี้ เพื่อให้เกิดความคิดใหม่ ๆ ขึ้นด้วย

วอชตัน (Washton, 1967 : 220) ได้กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างสรรค์นั้น นักเรียนควรมีโอกาสได้กระทำในสิ่งต่อไปนี้

1. ได้ซักถาม ทั้งในระหว่างและหลังจากการบรรยาย การอภิปราย และการปฏิบัติการ

2. ได้อ่านตำราที่นอกเหนือไปจากบทเรียน และไม่จำเป็นต้องได้รับคำตอบที่สมบูรณ์เสมอไป

3. ได้เสนอความคิดหรือกระบวนการ ถึงแม้ว่าจะเป็นเรื่องที่ทุกคนยอมรับแล้วทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้ได้พบสิ่งใหม่ ๆ

4. ครูสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน ให้นักเรียนได้ยอมรับว่า วิธีการลองผิดลองถูก เป็นวิธีวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับได้อย่างหนึ่ง
5. ใ้มีอิสระในการสร้างสรรค์งาน นอกเหนือจากที่ครูมอบหมายให้
6. ใ้การยอมรับว่า ความกึกสร้างสรรค์มีความสำคัญเท่าเทียมกับความสามารถในการจำเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ อีส์เนอร์ (เบญจมาศ ธัญญาภรณ์ 2524 : 25 อ้างอิงมาจาก Eisner. 1968) กล่าวว่า ผู้ที่มีความกึกสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องมีความสมบัติดังนี้

1. มีจิตไว้มั่นคง ของปัญหาด้วยความคิดแบบวัตถุวิสัย (Objective manner)
2. เป็นคนมีอารมณ์ขัน
3. มีอุปนิสัยพิเศษ
4. มีความสนใจกว้างขวาง
5. มีจุดหมาย และคำนึงตามจุดหมายนั้น
6. มีความสามารถทางการเรียนสูง

นอกจากครูจะทราบถึงวิธีการพัฒนาความกึกสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และคุณลักษณะของผู้มีความกึกสร้างสรรค์แล้ว ครูจะกองเขาใจพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กด้วย เปียเจต์ (นฤมล ยุทธาคม 2522 : 25 - 26 อ้างอิงมาจาก Piaget. 1958) ได้ศึกษาขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก ซึ่งแบ่งเป็นขั้นต่าง ๆ ตามลำดับจากวัยเด็กถึงวัยรุ่นเป็น 4 ขั้น คือ ขั้น sensori - moter (0 - 2 ปี) ขั้น preoperation (2 - 7 ปี) ขั้น concrete operation (7 - 11 ปี) และขั้น formal operation (11 - 15 ปี) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาเด็กจะอยู่ในช่วงอายุ 11 - 15 ปี ซึ่งอยู่ในขั้นพัฒนาการที่เรียกว่า formal operations เด็กในวัยนี้มีความคิด ดังนี้

1. สามารถคิดถึงสมมติฐาน และตั้งปัญหาที่จะต้องพิสูจน์ได้
2. สามารถประเมินขอบเขตการคิดของเขาได้

3. คิดสิ่งเคราะห์ใด
4. พิจารณาการใด
5. คิดสิ่งต่าง ๆ ในลักษณะนามธรรมใด
6. เข้าใจความน่าจะเป็นใด
7. สามารถตั้งคำถามทางศีลธรรมใด
8. เข้าใจสัดส่วน อัตราส่วน และการรวมกันทางตรรกใด

เป็ยเจตชีให้เห็นว่า วิทยุ่ร่นก่าดั่งอยู่ใว้ที่จ๊ะพัฒนาความคิดอย่างนามธรรม (Formal) ดังนั้นครูจึงควรให้อโอกาสเขาได้ใช้วิธีการคิดกั้กล่าว ได้แก่ การตั้ง สมมติฐาน การออกแบบ การทดลอง การประเมินข้อมูล การคิดแบบเอนกนัย และการคิดแบบสืบสวนสอบสวน

จากทฤษฎีดังกล่าว ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ มีผู้เสนอไว้ดังนี้

วอสตัน และโรเมย์ (นฤมล ยุทธคม 2522 : 26 อ้างอิงมาจาก Washton. 1967 and Romey. 1968) มีความเห็นตรงกันว่า การเรียนการสอน วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ควรใช้วิธีสอนแบบสืบสวน หรือการ ทดลองที่เป็กกว้าง ซึ่งสอดคล้องกับความคิดของ ซัน และทราวเบริคจ์ (Sund and Trowbridge. 1974 : 345 - 355) ซึ่งไ้กล่าวเก็้ขึ้นอีกว่า สิ่งแวดล้อมมีบทบาท สำคัญมากในการกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ชั้นเรียนที่ลงเสริมให้นักเรียนทำสิ่ง ต่าง ๆ ภายตนเอง (Self - direction) ได้ทำกิจกรรมหลายอย่าง และได้ฝึก หัดคิด จะช่วยกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้ ซึ่งเป็นแนวคิดของการเรียนเป็น รายบุคคล (Individualized Learning) (อาภรณ์ ชาทิบุรุษ 2517 : 14 - 16) และการเรียนตามลำพัง (Independent Study) เป็นวิธีการเรียนอย่างหนึ่ง ของการศึกษาแบบเปิด (Open Education) ให้นักเรียนได้รู้ปัญหา พิสูจน์ และ แก้ปัญหาคอยตนเอง นอกจากนี้ เบอ์นาร์ค (สุวิมล ชอบทำกิจ 2522 : 21 อ้างอิงมาจาก Bernard. 1972) ได้ให้ความคิดเห็นว่า การสอนเพื่อพัฒนาความคิด สร้างสรรค์นั้น ควรใช้การสอนแบบระดมพลังสมอง (Brain Storming) เพราะ

วิธีนี้สมาชิกในกลุ่มจะถูกกระตุ้นเร่งเร้าให้เสนอแนะแนวความคิดของตน

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

การสอนแบบสืบเสาะ เป็นการสอนซึ่งแต่ละบุคคลใช้กระบวนการคิดทางสมอง (discovery mental process) ซึ่งได้แก่ การสังเกต การจัดประเภท การวัด การทำนาย การอธิบาย การอ้างอิง ฯลฯ รวมทั้งคุณลักษณะต่าง ๆ อย่างผู้ใหญ่ว่าได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การสังเคราะห์ความรู้ และการแสดงทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ เช่น เป็นคนมีความคิดแบบวัตถุวิสัย (Objective) อยากรู้ อยากเห็น ใจกว้าง และยอมรับแบบจำลองทางทฤษฎี (Sund and Trowbridge, 1974 : 53 - 55)

การสอนแบบสืบเสาะสอดคล้องกับหลักทางจิตวิทยาและปรัชญาเป็นอย่างมาก วิธีการสอนนี้จะช่วยให้ประสิทธิภาพทางสติปัญญาสูงขึ้น เป็นการสอนที่ทำให้เกิดแรงจูงใจภายใน ช่วยให้นักเรียนรู้วิธีการค้นคว้าหาความรู้ ทำให้จำได้นาน เป็นการสอนที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ช่วยส่งเสริมความรู้สึกรักคิดเกี่ยวกับตนเอง (Self - concept) เพิ่มระดับความคาดหวัง และพัฒนาความสามารถทุก ๆ ด้าน ไม่เฉพาะความสามารถด้านการเรียนเท่านั้น

การสอนแบบสืบเสาะโดยใช่การทดลอง ครูจะต้องพยายามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย และช่วยกันออกแบบการทดลอง และประเมินผลข้อมูลที่รวบรวมได้ การสอนโดยการใช้การทดลอง จะช่วยให้นักเรียนมีโอกาสศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง โดยที่นักเรียนจะเป็นผู้ออกแบบและประเมินผลการทดลองด้วยตนเอง

กิจกรรมการทดลองที่ปีประสิทธิภาพ ควรมีลำดับขั้นดังนี้

1. ตั้งปัญหา
2. ออกแบบการทดลองเพื่อแก้ปัญหา
3. ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลในการแก้ปัญหา
4. ให้นักเรียนเขียนกราฟ และแปลความหมายของข้อมูล
5. ให้นักเรียนสร้างข้อสรุปจากข้อมูลที่ได้ออกมา
6. นำไปสู่การอภิปรายกลุ่ม ในเรื่องความหมายและข้อจำกัดของข้อมูล

และความสัมพันธ์ของข้อมูลต่อปัญหาอื่น ๆ

7. ถ้ามีความสนใจ ควรมีการบรรยายสั้น ๆ ในเรื่องนั้นต่อไป

8. อ่านหนังสือประกอบเพิ่มเติม

๘. การสอนและการฝึกแบบรายบุคคล (Individual Learning)

การสอนแบบรายบุคคล เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองเป็นการจัดการศึกษาแบบเปิด (เลขา ปิยะธำนิยะ 2517 : 18 - 29) เป็นการสนองความต้องการของแต่ละบุคคล และพัฒนาการไปตามความสามารถของตน ตลอดจนฝึกความรับผิดชอบ ส่งเสริมความเจริญงอกงาม และความกึกก้องสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน

จุดมุ่งหมายของการสอนแบบรายบุคคล

1. ให้นักเรียนแต่ละคนมีความรับผิดชอบในการเรียน การฝึกความคิดด้วยตนเอง
2. ให้โอกาสผู้เรียนได้เรียนตามกำลัง มีความก้าวหน้าในการเรียน โดยไม่ต้องอาศัยผู้อื่น
3. ให้โอกาสผู้เรียน ได้เรียนตามความแตกต่างระหว่างบุคคล ทั้งด้านบุคลิกภาพ สติปัญญา ความสนใจ วิธีการเรียน ตลอดจนประสบการณ์ที่เป็นพื้นฐาน
4. เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้เรียนตลอดชีวิต ทำให้ผู้เรียนรู้จักแสวงหา และเรียนรู้สิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อสังคมและตนเอง รู้จักแก้ปัญหาที่คลี่คลาย มีความรับผิดชอบ และพัฒนาความคิดในทางสร้างสรรค์มากกว่าทำลาย
5. เป็นการเน้นการเรียนมากกว่าการสอน โดยถือผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้
6. เน้นเสรีภาพในการเรียนรู้ จะทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจและเกิดการกระตุ้นให้พัฒนาในด้านการเรียน
7. การเรียนตามความสามารถ เป็นการเรียนรู้ เป็นปรากฏการณ์ส่วนตัวที่เกิดขึ้นแต่ละบุคคล นอกจากจะเป็นความสามารถและความสนใจของผู้เรียนแล้ว

ยังขึ้นอยู่กับกระบวนการ และวิธีการที่ครูเสนอความรู้ให้กับผู้เรียน

สำหรับในการฝึกแบบรายบุคคลนั้น ในที่นี้จะมีลักษณะสอดคล้องกับการสอนแบบรายบุคคล

การฝึกแบบระดมพลังสมอง (Brain Storming)

การฝึกแบบระดมพลังสมองเป็นเทคนิค เพื่อสร้างความคิดริเริ่มก่อนลงมือปฏิบัติงาน (โมห์มัมมัต อับดุลกาเดร์ 2517 : 42 – 43) การจัดระดมพลังสมองเพื่อให้สมาชิกทุกคนได้ออกความคิดเห็นโดยไม่ตอ้งคำนึงว่าความคิดนั้น ๆ จะใช้หรือไม่ได้ ควรกระตุ้นให้สมาชิกทุกคนรู้สึกอิสระที่จะพูด และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นโดยไม่มีข้อแม้ใด ๆ

ความมุ่งหมาย

1. เพื่อจะให้ความคิดที่ ๆ ใกล้เคียงไหลออกให้มากที่สุดก่อนที่จะมีการอภิปรายและประเมินข้อเสนอต่าง ๆ
2. เพื่อส่งเสริมความคิดเชิงปฏิบัติของแต่ละบุคคล
3. เพื่อกลั่นคายปัญหาให้พบทางตัน
4. เพื่อส่งเสริมให้เกิดความคิดริเริ่ม

ข้อดี

1. ผู้มีส่วนร่วมจะรู้สึกตื่นเต้นต่อการแสดงออกอย่างเสรี
2. เป็นวิธีการที่สามารถช่วยแก้ปัญหา ซึ่งแก้ไม่ได้มาก่อน
3. สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมอย่างทั่วถึง

ขั้นตอนในการดำเนินการ

1. ประธานอธิบายวิธีการ และเลือกผู้เขียน เพื่อเขียนข้อเสนอของสมาชิกแต่ละคน
2. ความคิดเห็นที่เสนอมานั้น ควรจกอย่างเปิดเผยต่อหน้าสมาชิกทั้งหมด
3. อภิปรายข้อเสนอต่าง ๆ ตามลำดับว่า ข้อใดใช้ได้และไม่ได้ เหมาะสมหรือไม่ เหมาะสมในการที่จะนำไปแก้ปัญหาที่กำลังประสบอยู่หรือไม่

4. งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

4.1 อารี สันหนวี (อารี สันหนวี 2510 : 209) กล่าวถึงผลการทดลองของ พาร์เนส และเม็คโคว (Parnes and Meadow) ซึ่งเปรียบเทียบการทำวิธีแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ของเด็กไว้ว่า เด็กกลุ่มที่ฝึกให้แก้ปัญา โดยให้พูดออกมาเท่าที่จะคิดได้ (Brain Storming) โดยไม่พิจารณาว่าเป็นวิธีที่ดีหรือไม่ดี ตรงจุดหรือไม่ เพื่อให้ไปแก้ปัญา ในระยะเวลาที่เท่ากันกับกลุ่มที่ฝึกให้แก้ปัญา โดยวิธีเสนอวิธีคิดแก้ปัญา เฉพาะความคิดที่ดี และตรงจุด หรือสัมพันธ์กับเรื่องเท่านั้น กลุ่ม Brain Storming จะมีความคิดแก้ปัญาไวกว่าและคิดดีกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ คอมพ์ตัน (ศิริพัฒน์ จันทกริ 2516 : 35 - 36 อ้างอิงมาจาก Compton. 1968 : 164A) ที่ได้ศึกษากับกลุ่มตัวอย่าง 36 คน และพบว่า กิจกรรมประเภทให้คิดและพูดออกมาเท่าที่จะคิดได้ (Brain Storming) จะช่วยเพิ่มความฉลาดด้านความคิดสร้างสรรค์ได้ แสดงให้เห็นว่าวิธีการสอนมีอิทธิพลต่อความคิดของนักเรียนมาก

ไซโมนิส (สุวิมล ขคมคำกิจ 2522 : 29 อ้างอิงมาจาก Simonis. 1978 : 779 - A) ศึกษาเกี่ยวกับการกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษา ระดับปริญญาตรีในมหาวิทยาลัยไอโอวา (IOWA) ซึ่งกำลังเรียนวิทยาศาสตร์โดยครูดำเนินการสอนแบบให้ยูเรียนเป็นศูนย์กลาง แบ่งนักศึกษาเป็นกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองใช้ การสอนแบบระดมความคิด และฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล (Analogical - Thinking) ใช้แบบทดสอบของ ทอร์เรนซ์ ผลการวิจัยปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มควบคุม

แมคคอร์แมค (นฤมล ยุทธาคม 2522 : 32 อ้างอิงมาจาก McCormack. 1971 : 301 - 305) ทำการสอนวิชาการศึกษาวิทยาสาสตรในชั้นประถมศึกษาของนิสิตมหาวิทยาลัยปีที่ 3 - 4 ผลปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดยที่ากปฏิบัติ การมีการฝึกกิจกรรมสร้างสรรค์โดยเฉพาะ ฝึกแก้ brain storming inquiry

development sessions, morphological analysis of problem และ invitation to creative thinking มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มที่สอน โดยมีภาคปฏิบัติ การปกติอย่างมีนัยสำคัญ ผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบรายบุคคล อีเกลสตัน (เบญจมาศ ธีธัญญงค์ 2524 : 26 อ้างอิงมาจาก Eggleston, 1971 : 818 - A) ได้ใช้ระเบียบวิธีสังเกตและวิเคราะห์พฤติกรรมศึกษาเปรียบเทียบพฤติกรรมการสอนในห้องปฏิบัติการทางชีววิทยาของครู ระหว่างกลุ่มที่สอน โดยให้อิสระแก่นักเรียนในทางค้นคว้า ทำความรูด้วยตนเอง กับครูในกลุ่มควบคุมซึ่งใช้วิธีสอนแบบเดิมผลปรากฏว่า การใช้วิธีสอนที่ให้โอกาสนักเรียนค้นคว้าหาความรูด้วยตนเอง มีผลให้นักเรียนกลุ่มทดลองแสดงพฤติกรรมแตกต่างจากนักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญในด้านการแสดงความคิดริเริ่ม และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นแตกต่างจากกลุ่มควบคุม

เรด (สุวิมล ชอบทำกิจ 2522 : 26 อ้างอิงมาจาก Reid, 1973 : 1166 - A) ได้ศึกษาผลการสอน 2 แบบ คือ การสอนโดยให้รายละเอียดโดยตรง (direct detailed) กับการสอนแบบแนะนำให้เกิดการค้นพบด้วยตนเอง (directed discovery) ใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ ทอร์แรนซ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบแนะนำให้เกิดการค้นพบด้วยตนเอง จะมีความสามารถเพิ่มขึ้นทั้งในทางความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม โดยทำคะแนนได้ต่ำกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยให้รายละเอียดโดยตรง

พินิค (Penick, 1976 : 307 - 314) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการสอน 2 แบบ คือความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเกรด 5 การสอน 2 แบบ คือ การสอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง (Student Structured Learning in science - SSLS) และการสอนโดยให้ครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมแก่นักเรียน (Teacher - Structured Learning in Science - TSLS) ผลปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดย SSLS และ TSLS ไม่มีความแตกต่างกันในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ทางภาษา (Verbal creativity) ส่วนในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ทางภาพ (Figural creativity) พบว่า กลุ่มที่สอนโดย SSLS มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดย TSLS

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการวิจัยดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า ความกึกก้องสร้างสรรค์พัฒนาขึ้นได้เมื่อได้รับการฝึกทววิธีต่าง ๆ ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

จากเอกสารเกี่ยวกับทฤษฎี และงานวิจัยดังกล่าวมาแล้วทั้งหมด ทำให้ผู้วิจัยใช้เป็นแนวทางในการตั้งสมมติฐานในการวิจัย ดังได้กล่าวในบทที่ 1

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัยออกเป็นขั้น ๆ ดังนี้

1. การเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. กำหนดและสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. กำหนดบทเรียน และเขียนแผนการสอนเพื่อใช้ในการทดลองสอน
4. การดำเนินการทดลอง
5. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพุทธจักรวิทยา เขตบางรัก จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2526 จำนวน 75 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบ Simple Random Sampling โดยใช้ตารางเลขสุ่ม สุ่มจากกลุ่มประชากร นักเรียนชายและนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งมีทั้งหมด 12 ห้องเรียน แต่มีนักเรียนอยู่ในโครงการวิชาการ 3 ห้องเรียน จำนวน 150 คน และจากเด็กนักเรียนที่อยู่ในโครงการวิชาการ ผู้วิจัยใช้ตารางเลขสุ่ม สุ่มเด็กนักเรียนให้ได้จำนวน 75 คน จากนั้นจึงสุ่มอีกครั้งหนึ่ง โดยการจับฉลากเพื่อแยกเด็กนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 25 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม และกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม ซึ่งในแต่ละกลุ่มมีนักเรียนชายและนักเรียนหญิงคละกัน

2. กำหนดและสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีดังนี้

2.1 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.2 แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ทศนีย์ พฤกษชลธาร ซึ่งสร้างขึ้นตามแนวของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ ทอร์เรนซ์ (ฉบับทดสอบด้วยภาษาเขียน) ผู้วิจัยได้แบบทดสอบชุดนี้สอบหลังจากจบสิ้นการฝึกทั้ง 2 แบบแล้ว

ลักษณะของแบบทดสอบมีดังนี้ ข้อทดสอบมี 3 ข้อ แบบทดสอบทั้งฉบับมีอำนาจจำแนกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ข้อทดสอบแต่ละข้อมีอำนาจจำแนกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 การหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (Reliability) ใช้สูตรของครอนบาค มีค่า .748 สัมประสิทธิ์ของกะแนน ความคล่องของความคิด ความยืดหยุ่นของความคิด และความคิดริเริ่ม มีค่า .826 .517 และ .294 ตามลำดับ และจากการประเมินค่าความเที่ยงตรง (Validity) เรียกว่า ความเที่ยงตรงเฉพาะหน้าของแบบทดสอบ โดยอาศัยความเห็นของนักจิตวิทยา นักวิทยาศาสตร์ และนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ จำนวน 12 ท่าน ปรากฏว่า ผู้เชี่ยวชาญ 10 ท่าน ลงความเห็นว่ แบบทดสอบนี้วัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์เทียบ ใช้วิธีหาค่าความเที่ยงตรงร่วมสมัย โดยหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เทียบกับแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ที่ พงษ์ชัย พัฒนผลไพบุลย์ ได้แปลงจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ วรณเดช และโคแกน กับแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ เกทเชล และแจกสัน พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบ 2 ฉบับ มีค่า .281 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เวลาที่ใช้ทำแบบทดสอบข้อละ 15 นาที รวม 45 นาที โดยทราวจำให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในคู่มือให้คะแนนของ ทศนีย์ พฤกษชลธาร ดังนี้

พิจารณาคำตอบที่เป็นไปได้ และให้คะแนนดังนี้

1. คะแนนความคล่องในการคิด ให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน
2. คะแนนความคิดยืดหยุ่น จัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนแต่ละคนตามแนว
วิธีคิดที่แตกต่างกัน ให้คะแนนกลุ่มละ 1 คะแนน

3. คะแนนความริเริ่ม หากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมด

คำตอบที่มีความถี่เกิน 5 ขึ้นไป ให้ 0 คะแนน

คำตอบที่มีความถี่ 5 ให้ 1 คะแนน

คำตอบที่มีความถี่ 4 ให้ 2 คะแนน

คำตอบที่มีความถี่ 3 ให้ 3 คะแนน

คำตอบที่มีความถี่ 2 ให้ 4 คะแนน

คำตอบที่มีความถี่ 1 ให้ 5 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แต่ละข้อของนักเรียนหาได้จาก
ผลรวมของคะแนนความคล่องในการคิด คะแนนความยืดหยุ่น และคะแนนความริเริ่ม
คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหาได้จากผลรวมของคะแนน
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ข้อ

2. แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง
โดยมีขั้นตอนในการสร้างแบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

- 2.1 ศึกษาเอกสารที่เป็นทฤษฎี และงานวิจัยเกี่ยวกับความคิด
สร้างสรรค์และแนวการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

- 2.2 ศึกษาการสร้างและเขียนแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ โดยอาศัยแนวทางจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ ทอแรนซ์
(ฉบับทดสอบด้วยภาษาเขียน) ตามแนว ทศนิยม พฤษชลธาร (ทศนิยม พฤษชลธาร
2518) และตามแนวแบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ วรณรักษ์
ชัยชาญกุล (วรณรักษ์ ชัยชาญกุล 2526)

- 2.3 ศึกษาเกี่ยวกับอุปสรรคของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ควรพิจารณา คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน

และทักษะการออกแบบการทดลอง

2.4 สร้างแบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากเนื้อหาที่จะทำการทดลองสอนในแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยสร้างแบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ข้อ ใช้เวลาในการฝึกข้อละ 10 นาที ในช่วงท้ายของแต่ละคาบ รวมทั้งหมดมีแบบฝึก 12 ข้อ

2.5 ขั้นตอนทดลองกลุ่มย่อย นำแบบฝึกที่สร้างขึ้นไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้นักเรียน 16 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 8 คน ก่อนที่จะใช้แบบฝึก ผู้วิจัยได้ทดลองสอนเนื้อหาตามแบบการสอนสืบเสาะหาความรู้ทั้ง 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เมื่อสอนเนื้อหาตามแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แล้วให้ฝึกแบบระดมพลังสมอง โดยแบ่งเด็ก 8 คน ออกเป็น 2 กลุ่ม และใช้แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

กลุ่มที่ 2 เมื่อสอนเนื้อหาตามแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แล้วให้ฝึกแบบรายบุคคล โดยแบ่งเด็กออกมา 8 คน และให้แต่ละคนใช้แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ผู้วิจัยจดบันทึกข้อบกพร่อง เพื่อปรับปรุงความเหมาะสมของภาษา และเวลาที่ใช้

2.6 นำแบบฝึกมาปรับปรุงข้อบกพร่อง พร้อมทั้งนำไปปรึกษาหารือผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน แล้วจึงนำไปทดลองใช้กับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. กำหนดบทเรียนและเขียนแผนการสอนเพื่อใช้ในการทดลองสอน

ผู้วิจัยได้ใช้บทเรียนในหนังสือวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บทที่ 12 เรื่อง ก๊าซ โดยได้ดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาเทคนิค การฝึกแบบระดมพลังสมอง และแบบรายบุคคลจากหนังสือ และเอกสารการวิจัยต่าง ๆ

2. ศึกษาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และเนื้อหาวิชาในบทเรียนแต่ละบท อย่างละเอียด

3. เขียนแผนการสอน ซึ่งเน้นเฉพาะการฝึกความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์โดยจะฝึกแบบระดมพลังสมอง และแบบรายบุคคล โดยจะฝึกในช่วงหลัง การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง ส่วนขั้นตอนในการสอนจะใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะ หาความรู้ (inquiry) ซึ่งทั้งหมดได้กำหนดรายละเอียดและขั้นตอนในการสอนจะได้ กล่าวต่อไปในขั้นตอนการทดลอง

ส่วนในเรื่องของช่วงระยะเวลาในการฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นั้นจะใช้เวลาประมาณ 10 นาที ของทุก ๆ คาบ (คาบละ 50 นาที)

4. การดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ใช้ แผนการวิจัยแบบ Randomized Control - Group Post test - only Design มีลักษณะการทดลองดังนี้

ตาราง 1 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	ทดลอง	สอบหลัง
CR	-	T ₂
E ₁ R	X ₁	T ₂
E ₂ R	X ₂	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

- เมื่อ X_1 แทน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการฝึกแบบระดมพลังสมอง
 X_2 แทน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีการฝึกแบบรายบุคคล
 T_2 แทน การสอบหลังการทดลอง
 R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
 C แทน กลุ่มควบคุมที่มีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 E_1 แทน กลุ่มทดลองที่มีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง
 E_2 แทน กลุ่มทดลองที่มีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบรายบุคคล

4.1 การดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนทั้ง 3 กลุ่ม และทั้ง 3 ห้องเรียน เป็นเวลากลุ่มละ 12 คาบ 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 คาบ คาบละ 50 นาที ซึ่งได้ดำเนินการสอนดังนี้

กลุ่มควบคุม เป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และให้ทำแบบฝึกหัดตามแบบเรียนของ สสวท. โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. การอภิปรายเพื่อนำเข้าสู่การทดลอง
2. การทดลอง
3. การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง
4. ทำแบบฝึกหัดท้ายบทตามแบบเรียนของ สสวท.

กลุ่มทดลองที่ 1 เป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง โดยใช้แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะฝึกหลังจากขั้นการอภิปราย เพื่อสรุปผลการทดลอง หรือจะเริ่มฝึกในขั้นที่ 4 หลังจากการสอนเนื้อหา โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทั้งมีลำดับขั้น ดังนี้

1. การอภิปรายเพื่อนำเข้าสู่การทดลอง
2. การทดลอง

3. การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

4. เป็กรับแบบระคมพล้งสมอง โดยใชัแบบเป็กรวมกิดสร้งสร้งคร้งทวง
วิทยาสตรมีล่ำดับชั้นดั่งนี้

4.1 แบบสมาริกรอกเป็กรวม กลุ่มละ 5 คน

4.2 ในแต่ละกลุ่มจะประกอบดวย

4.2.1 ประธาน

4.2.2 เลขา

4.2.3 สมาริกภายในกลุ่ม

4.3 กระบวนกรกลุ่ม ประธานจะทำหน้าทีคอยกระตุนให้สมาริก
ทุกคนได้แสดงความคิดเห็นออกมาให้มากที่สุด โดยมีเลขาทำหน้าที่จดบันทึก

4.4 ครูจะทำหน้าที่ช่วยชี้แนะในกรณีทีนักเรียนไม่เข้าใจ หรือต้องการ
ความช่วยเหลือ

กลุ่มทดลองที่ 2 เป็กรสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีกรเป็กรแบบ
รายบุคคลโดยใชัแบบเป็กรวมกิดสร้งสร้งคร้งทวงวิทยาสตร ซึ่งจะเป็กรหลังจากชันการ
อภิปราย เพื่อสรุปผลการทดลอง หรือจะเริ่มเป็กรในชันที่ 4 หลังจากการสอนเนื้อหา
โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดั่งมีล่ำดับชั้นดั่งนี้

1. กรอภิปรายเพื่อนำเข้าสู่การทดลอง

2. กรทดลอง

3. กรอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

4. กรเป็กรแบบรายบุคคล โดยใชัแบบเป็กรวมกิดสร้งสร้งคร้งทวงวิทยาสตร
มีล่ำดับชั้นดั่งนี้

4.1 ให้นักเรียนแต่ละคนแก้ปัญหาตามแบบเป็กรวมกิดสร้งสร้งคร้งทวง
วิทยาสตรได้อย่างอิสระ และตามความแตกต่างระหว่างบุคคล

4.2 ครูชี้ให้เห็นถึงกรสำคัญของกรเป็กรแบบรายบุคคลว่า เป็กร
การเป็กรที่นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นได้เต็มที่ โดยไม่ต้องอวยใคร นักเรียน

สามารถเขียนความคิดแปลก ๆ ได้โดยไม่กลัวว่าจะผิด หรือกลัวเพื่อนจะรู้คำตอบ ตลอดจนสามารถจินตนาการในสิ่งที่เป็นไปได้และมีเหตุผล โดยไม่ต้องกังวลว่าจะไปขัดกับความรู้สึกของเพื่อน ๆ

4.3 ครูจะทำหน้าที่ช่วยชี้แนะในกรณีที่นักเรียนไม่เข้าใจ หรือต้องการความช่วยเหลือ

ทั้งกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม จะแยกกันเรียน กลุ่มละ 1 ห้องเรียน โดยที่กลุ่มควบคุมจะมีการเรียนการสอนตามปกติ ไม่มีการฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีการฝึกแบบระดมพลังสมอง และแบบรายบุคคล จะมีการฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ส่วนในการฝึกโดยใช้แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้ฝึกให้เสรีภาพในการหาคำตอบนั้น จะไม่มีการประเมินผลหรือไม่มีการตรวจให้คะแนน การตอบแบบฝึกหัดของนักเรียน แต่จะมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Knowledge of result) เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู่มากยิ่งขึ้น

4.2 การทดสอบหลังการสอน (Post Test) หลังจากที่ได้ทำการทดลองเป็นเวลา 12 คาบแล้ว ผู้วิจัยจะใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของ ทศนีย์ พฤษชลธาร สอบทั้งกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง โดยจะใช้เวลาทำการสอบ 45 นาที

5. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

5.1 หาค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้สูตร (Gullford. 1956 : 54)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

5.2 การหาความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตร
(Ferguson. 1966 : 67)

$$S = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\sum x)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

5.3 ใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One Way Analysis of Variance) เพื่อทดสอบความแตกต่างของการพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์และองค์ประกอบทั้ง 3 ด้าน ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระคนหลังสมอง และแบบฝึกการย่นทุกกลโดยคำนวณจากค่า F คือ (วิเชียร เกตุสิงห์ 2524 : 100 - 103)

$$F = \frac{MS_b}{MS_w}$$

เมื่อ MS_b แทน ค่าประมาณความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม

(Between groups)

MS_w แทน ค่าประมาณความแปรปรวนภายในกลุ่ม

(Within groups)

และทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยที่แต่ละกลุ่ม โดยวิธีการ Tukey (วิเชียร เกตุสิงห์ 2524 : 107 - 108)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในบทนี้ ได้เสนอการวิเคราะห์ข้อมูล จากการทดลองพร้อมกับแปลความหมาย
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับความมุ่งหมาย ดังต่อไปนี้

ตาราง 2 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุม
กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ภายหลังการฝึก จำแนกตามองค์ประกอบของ
ความคิดสร้างสรรค์

องค์ประกอบของความคิด สร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลองที่ 1		กลุ่มทดลองที่ 2	
	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
ความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์	50.4	16.5378	80.96	23.9487	85.64	24.8024
ความคิดริเริ่มทาง วิทยาศาสตร์	26.04	10.5262	41.92	17.061	45.24	18.3877
ความคิดยืดหยุ่นทาง วิทยาศาสตร์	11.72	3.156	16.32	4.0898	18.00	4.5552
ความคิดคล่องแคล่วทาง วิทยาศาสตร์	18.24	5.622	22.84	5.4213	22.4	5.3385

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 2 ปรากฏว่าค่าเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์

และความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเรียงจากน้อยไปหามากตามลำดับดังกล่าว ส่วนค่าเฉลี่ยของความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏว่ากลุ่มควบคุมมีค่าน้อยกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ส่วนกลุ่มทดลองที่ 1 มีค่ามากที่สุด

จากค่าสถิติพื้นฐานที่แสดงในตาราง 2 เมื่อนำมาทดสอบความแตกต่าง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว จะปรากฏผลตามตารางดังต่อไปนี้

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จากกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ภายหลังการฝึก

แหล่งตัวแปร	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	12333.9467	2	6166.9733	12.6528**
ภายในกลุ่ม	35092.72	72	487.3989	
รวม	47426.6666	74		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 3 เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แล้วพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง แบบฝึกgrayบุคคล และกลุ่มควบคุม มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงได้ทำการทดสอบความ

แตกต่างของรายเฉลี่ยระหว่างคู่ โดยวิธีการของ Tukey ทั้งแสดงผลการวิเคราะห์
ในตาราง 4

ตาราง 4 ความแตกต่างของรายเฉลี่ยระหว่างคู่ โดยวิธีการของ Tukey

กลุ่ม		กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2
รายเฉลี่ย		54.4	80.96	85.64
กลุ่มควบคุม	54.4	—	24.56 ^{**}	29.24 ^{**}
กลุ่มทดลองที่ 1	80.96	—	—	4.68

$$q_{.01} = 18.9068$$

^{**} มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการวิเคราะห์ในตาราง 4 แสดงให้เห็นว่า ระหว่างกลุ่มควบคุม
ซึ่งมีรายเฉลี่ย 54.4 กับกลุ่มทดลองที่มีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึก
แบบระดมพลังสมอง ซึ่งมีรายเฉลี่ย 80.96 และกลุ่มทดลองที่มีการสอนแบบสืบเสาะ
หาความรู้ โดยมีการฝึกแบบรายบุคคล ซึ่งมีรายเฉลี่ย 85.64 มีความแตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ส่วนการเปรียบเทียบรายเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 ซึ่งมีรายเฉลี่ย
80.96 กับกลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งมีรายเฉลี่ย 85.64 ปรากฏว่าแตกต่างกันอย่างไม่มี
นัยสำคัญทางสถิติ แปลว่า นักเรียนกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง มีความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบรายบุคคล

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของคะแนนความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์
จากกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ภายหลังการฝึก

แหล่งตัวแปร	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	5265.3067	2	2632.6533	10.5816**
ภายในกลุ่ม	17913.36	72	248.7967	
รวม	23178.6667	74		

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5 เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดริเริ่มทาง
วิทยาศาสตร์แล้วพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึก
แบบระดมพลังสมอง แบบฝึกรายบุคคล และกลุ่มควบคุม มีความคิดริเริ่มทาง
วิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงได้ทำการทดสอบ
ความแตกต่างของรายเฉลี่ยระหว่างคู่ โดยวิธีการของ Tukey ดังแสดงผลการ
วิเคราะห์ในตาราง 6

ตาราง 6 ความแตกต่างของรายเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม โดยวิธีของ Tukey

กลุ่ม		กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2
	รายเฉลี่ย	26.04	41.92	45.24
กลุ่มควบคุม	26.04	—	15.88 ^{**}	19.2 ^{**}
กลุ่มทดลองที่ 1	41.92	—	—	3.32

$$q_{.01} = 13.5083$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการวิเคราะห์ในตาราง 6 แสดงให้เห็นว่าระหว่างกลุ่มควบคุม ซึ่งมีรายเฉลี่ย 26.04 กับกลุ่มทดลองที่มีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง ซึ่งมีรายเฉลี่ย 41.92 และกลุ่มทดลองที่มีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบรายบุคคล ซึ่งมีรายเฉลี่ย 45.24 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ส่วนการเปรียบเทียบรายเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 ซึ่งมีรายเฉลี่ย 41.92 กับกลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งมีรายเฉลี่ย 45.24 ปรากฏว่า แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แปลว่า นักเรียนกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง มีความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบรายบุคคล

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของคะแนนความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ จากกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ภายหลังการฝึก

แหล่งตัวแปร	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	528.5067	2	264.2533	16.712**
ภายในกลุ่ม	1138.48	72	15.8122	
รวม	1666.9867	74		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 7 เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์แล้วพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง แบบฝึกgrayบุคคล และกลุ่มควบคุม มีความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงได้ทำการทดสอบความแตกต่างของรายเฉลี่ยระหว่างคู่ โดยวิธีการของ Tukey ดังแสดงผลการวิเคราะห์ในตาราง 8

ตาราง 8 ความแตกต่างของรายเฉลี่ยระหว่างคู่ โดยวิธีของ Tukey

กลุ่ม		กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2
	รายเฉลี่ย	11.72	16.32	18
กลุ่มควบคุม	11.72	—	4.6**	6.28**
กลุ่มทดลองที่ 1	16.32	—	—	1.68

$$q_{.01} = 3.4054$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการวิเคราะห์ในตาราง 8 แสดงให้เห็นว่า ระหว่างกลุ่มควบคุมซึ่งมีรายเฉลี่ย 11.72 กับกลุ่มทดลองที่มีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง ซึ่งมีรายเฉลี่ย 16.32 และกลุ่มทดลองที่มีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบรายบุคคล ซึ่งมีรายเฉลี่ย 18 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ส่วนการเปรียบเทียบรายเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 ซึ่งมีรายเฉลี่ย 16.32 กับกลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งมีรายเฉลี่ย 18 ปรากฏว่า แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แปลว่า นักเรียนกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง มีความคิดที่ยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบรายบุคคล

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของคะแนนความคิดคล่องแคล่วทาง
วิทยาศาสตร์ จากกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ภายหลัง
การฝึก

แหล่งตัวแปร	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	322.16	2	161.08	5.3995**
ภายในกลุ่ม	2147.92	72	29.8322	
รวม	2470.08	74		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 9 เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ แล้วพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง แบบฝึกgrayบุคคลและกลุ่มควบคุมมีความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงได้ทำการทดสอบความแตกต่างของรายเฉลี่ยระหว่างคู่ โดยวิธีการของ Tukey จึงแสดงผลการวิเคราะห์ในตาราง 10

ตาราง 10 ความแตกต่างของรายเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม โดยวิธีของ Tukey

กลุ่ม		กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2
	รายเฉลี่ย	18.24	22.84	22.4
กลุ่มควบคุม	18.24	—	4.6*	4.16*
กลุ่มทดลองที่ 1	22.84	—	—	.44

$$q_{.01} = 3.713$$

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการวิเคราะห์ในตาราง 10 แสดงให้เห็นว่า ระหว่างกลุ่มควบคุม ซึ่งมีรายเฉลี่ย 18.24 กับกลุ่มทดลองที่มีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง ซึ่งมีรายเฉลี่ย 22.84 และกลุ่มทดลองที่มีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบรายบุคคล ซึ่งมีรายเฉลี่ย 22.4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ส่วนการเปรียบเทียบรายเฉลี่ย ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 ซึ่งมีรายเฉลี่ย 22.84 กับกลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งมีรายเฉลี่ย 22.4 ปรากฏว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แปลว่า นักเรียนกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง มีความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบรายบุคคล

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง และแบบฝึกกรายบุคคล ซึ่งสรุปขั้นตอนและผลการวิจัยได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง และแบบฝึกกรายบุคคล ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้จำแนกความคิดสร้างสรรค์ออกได้ดังนี้

1. ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์
2. ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์
3. ความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง จะมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบรายบุคคล
2. นักเรียนกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง จะมีความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์

แตกต่างจากกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบรายบุคคล

3. นักเรียนกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง จะมีความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างจากกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบรายบุคคล

4. นักเรียนกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง จะมีความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างจากกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบรายบุคคล

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโครงการวิชาการ ปีการศึกษา 2526 โรงเรียนพุทธจักรวิทยา อำเภอบางรัก จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 75 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากประชากรนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโครงการวิชาการ จำนวน 150 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 25 คน กลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม ๆ ละ 25 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยยืมมาจากแบบทดสอบของ ทศนีย์ พฤษชลธาร ใช้ทดสอบด้วยภาษาเขียน ลักษณะปลายเปิด จำนวน 3 ข้อ ในแต่ละข้อจะมีการตรวจให้คะแนนตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3 ด้าน คือ ความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคิดคล่องแคล่ว

ทางวิทยาศาสตร์ คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แต่ละข้อได้จากผลรวมคะแนนองค์ประกอบดังกล่าวทั้ง 3 ด้าน และเมื่อนำคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของข้อทดสอบทั้ง 3 ข้อมารวมกัน ก็จะได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน

2. แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองตามแนวแบบทดสอบทางภาษาของ ทอแรนซ์ โดยร่างสถานการณ์ในรูปแบบของภาษาเขียน และบางสถานการณ์จะใช้รูปภาพประกอบกับภาษาเขียน แบบฝึกมีทั้งหมด 12 ชุด แบบฝึกนี้ใช้เฉพาะกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม

วิธีดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยฝึกกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ชุดเดียวกัน หลังจากเรียนเนื้อหาในแต่ละคาบจบแล้ว โดยใช้เวลาในการฝึกกลุ่มละ 10 นาทีต่อ 1 คาบ ส่วนกลุ่มควบคุมจะมีการเรียนตามปกติ เมื่อจบเนื้อหาในแต่ละคาบ เด็กจะทาแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนเป็นเวลา 10 นาทีต่อ 1 คาบ เช่นกัน การทดลองครั้งนี้เป็นการทดลองนอกเวลาเรียน สัปดาห์ละ 4 คาบ ๆ ละ 50 นาที โดยจัดในช่วงเช้าทั้ง 4 คาบ นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มที่ได้รับการฝึก ในแต่ละคาบจะได้รับแบบฝึก 1 ชุด รวมเวลาที่ใช้ในการทดลองทั้งหมด 3 สัปดาห์ รวมจำนวนคาบทั้งสิ้น 12 คาบ เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มได้รับการทดสอบภายหลังการทดลอง โดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ทศนีย์ พงษ์ชลธาร

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ตัวแปร โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน ส่วนการทดสอบความแตกต่างของรายเฉลี่ยระหว่างคู่ โดยวิธีของ Tukey

✧ สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการฝึกแบบระดมพลังสมอง มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบรายบุคคล
2. นักเรียนกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง มีความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบรายบุคคล
3. นักเรียนกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง มีความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบรายบุคคล
4. นักเรียนกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง มีความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบรายบุคคล

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง และแบบฝึกรายบุคคล มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งองค์ประกอบทั้ง 3 ด้าน แตกต่างจากกลุ่มที่มีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ แต่กลุ่มที่มีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยมี

การฝึกแบบระดมพลังสมอง และแบบฝึกบรรยายบุคคล มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งองค์ประกอบทั้ง 3 ด้าน ไม่แตกต่างกัน ซึ่งอาจจะเป็นเพราะสาเหตุต่อไปนี้

1. จุดมุ่งหมายและบรรยากาศของการฝึก จุดมุ่งหมายในการฝึกทั้งแบบระดมพลังสมอง และแบบฝึกบรรยายบุคคล ต่างก็มุ่งที่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยเฉพาะการฝึกแบบบรรยายบุคคลนั้น จุดมุ่งหมายระบุไว้อย่างชัดเจนว่า มุ่งที่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถเฉพาะคนให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน สำหรับการฝึกแบบระดมพลังสมองนั้น โมห์หมัก อับดุลกาเดร์ (โมห์หมัก อับดุลกาเดร์ 2517 : 42 - 43) ได้ให้ข้อคิดว่า การฝึกแบบระดมพลังสมองเป็นการส่งเสริมให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และความคิดเชิงปฏิบัติของแต่ละบุคคล จะเห็นจากจุดมุ่งหมายได้ว่า ต่างก็มุ่งให้ทุกคนได้บรรลุจุดมุ่งหมายในการพัฒนาปรับปรุงตนเอง เช่นเดียวกัน และที่สำคัญก็คือ บรรยากาศในการฝึกคล้ายคลึงกันมาก จึงทำให้ผลของการฝึกทั้ง 2 แบบไม่แตกต่างกัน

2. วิธีการดำเนินการทดลอง ในการฝึกทั้งแบบระดมพลังสมอง และแบบบรรยายบุคคล แม้วิธีการฝึกจะแตกต่างกัน แต่ผู้วิจัยก็มุ่งที่จะให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดทั้ง 2 แบบ คือ ในการฝึกทั้ง 2 แบบ ผู้วิจัยได้ใช้แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับเดียวกัน นอกจากนั้นยังจัดบรรยากาศที่เหมือนกันอีก ในด้านการให้อิสระในการคิด ไม่มีการประเมินผลการทำแบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยช่วยกระตุ้นและคอยให้คำแนะนำ เหมือน ๆ กันทั้ง 2 กลุ่มการทดลอง ฉะนั้นเมื่อวิธีการดำเนินการทดลองในการฝึกทั้งแบบระดมพลังสมอง และแบบฝึกบรรยายบุคคลต่างก็มุ่งให้มีประสิทธิภาพสูงสุดเช่นเดียวกัน ผลที่ได้จึงไม่แตกต่างกัน

3. ระยะเวลาในการดำเนินการทดลองอาจสั้นเกินไป คือ ใช้เวลาเพียง 12 คาบ (คาบละ 50 นาที) หรือ 3 สัปดาห์ เป็นการไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดผลของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกัน จนสามารถเห็นได้ชัดเจน เพราะจากการสังเกตคะแนนเฉลี่ยจะพบว่า กลุ่มที่ได้รับ

การฝึกแบบระดมพลังสมอง จะมีคะแนนเฉลี่ยของควาณกิติริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์น้อยกว่า กลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบรายบุคคล ส่วนคะแนนเฉลี่ยของความคึกคองแกลวทางวิทยาศาสตร์กลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบระดมพลังสมอง จะมีคะแนนเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบรายบุคคลเล็กน้อย

ถ้าให้เวลาในการฝึกทั้ง 2 รูปแบบมากขึ้น อาจจะทำให้ผลที่ได้รับแตกต่างกัน อย่างชัดเจน

* โดยสรุป จากผลการวิจัยแสดงว่า การฝึกทั้งแบบระดมพลังสมอง และแบบฝึกรายบุคคล ต่างก็ทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น แต่ถ้านำผลการวิจัยทั้ง 2 แบบมาเปรียบเทียบกัน ไม่สามารถบอกได้ว่าให้ผลแตกต่างกัน นั่นคือ ไม่สามารถบอกไควาการฝึกทั้ง 2 แบบ แบบใดให้ผลดีกว่ากัน

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป สำหรับผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตร วิชาวิทยาศาสตร์ ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนทุกฝ่ายควรเห็นถึงความสำคัญของการส่งเสริมให้เด็กได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยนำวิธีการฝึก และแบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้เป็นส่วนหนึ่งในการเรียนการสอน โดยอาจจะลดเนื้อหาที่เป็นความรู้ทางวิชาการให้น้อยลง เพื่อจะได้เพิ่มส่วนที่เป็นแบบฝึกที่นักเรียนจะพัฒนาควาณกิติริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเน้นการจัดกิจกรรมทางควาณกิติริเริ่มควบคู่ไปกับแบบฝึก ซึ่งจะช่วยให้ผลการฝึกมีประสิทธิภาพดีขึ้น และจากผลของการฝึกนักเรียนได้มีความคิดสร้างสรรค์นั้นอาจจะทำให้เกิดผลงานที่สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้นในอนาคต

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

2.1 ควรสร้างแบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้มีรูปแบบแตกต่างกัน เช่น ใช้เกมปริศนาทางวิทยาศาสตร์ แต่งเรื่องสั้นเป็นนิยายวิทยาศาสตร์ มาทดลองเพื่อศึกษาถึงรูปแบบของแบบฝึกว่าแบบใดจะส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้เหมาะสมกว่ากัน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา รูปแบบของแบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.2 ควรสร้างแบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้กับนักเรียนระดับชั้นอื่น ๆ

✓ 2.3 ควรนำวิธีการฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แบบอื่น ๆ มาทดลองกับนักเรียนอีก เช่น การสอนแบบโครงการ (Project method) วิธีการแก้ปัญหา (Problem Solving) วิธีการค้นพบ (Discovery method) และการจัดโดยใช้วิธีอื่น ๆ เพื่อจะได้แนวทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม

2.4 ควรมีการศึกษาวิจัยถึงองค์ประกอบอื่น ๆ ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน เช่น อายุ เพศ ระดับสติปัญญา สภาพแวดล้อมทางครอบครัว ในด้านระดับการศึกษาและการประกอบอาชีพของผู้ปกครอง เพราะอาชีพระดับฐานะ และระดับความรู้ของผู้ปกครอง น่าจะมีส่วนที่จะส่งเสริมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กเป็นอย่างมาก

2.5 ควรจับบรรยายภาสที่แตกต่างกันเพื่อศึกษาว่า บรรยายภาสแบบใดที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้คือ เช่น แบบไม่มีการประเมินผล แต่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ แบบมีการประเมินผลโดยให้คะแนนมากน้อยแตกต่างกัน และแบบมีการประเมินผลโดยบอกระดับการตอบว่า ดีมากน้อยแค่ไหน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- ✓ เชาวนา ยุทธสุริยพันธ์ การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาระหว่างโรงเรียนสาธิตและโรงเรียนที่ใช้หลักสูตรปกติ กรุงเทพฯ ปรินซ์พาร์ค กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2514 , 118 หน้า อักสำเนา
- ทัศนีย์ พงกษชลากร การร่างแบบสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น วิทยานิพนธ์ ก.ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518, 140 หน้า อักสำเนา
- นฤมล ยุทธาคม อิทธิพลของการสอนโดยใช้การทดลองแบบกำหนดแนวทางกับการทดลองปีที่ 1 วิทยานิพนธ์ ศศ.ม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2522, 120 หน้า อักสำเนา
- นอมฤติ จงพยุหะ คู่มือการศึกษาจิตวิทยาการศึกษา โรงพิมพ์มิตรสยาม กรุงเทพมหานคร 2516, 192 หน้า
- ✓ เป็ญจมาศ ฐิตูวงศ์ ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ของครูกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2524, 86 หน้า อักสำเนา
- ✓ ประทุม ทองพูน การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์หลักสูตร 2503 กับหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิทยานิพนธ์ ก.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522, 95 หน้า อักสำเนา
- ปรีชา วงศ์ศิริ การสังเกตทางวิทยาศาสตร์ ท้าวสาร สสวท. 1 : 2 - 5
กรกฎาคม - กันยายน 2526

- ✓ เพียววัก ทักนิณ การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางภาษาของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 4 โดยใช้แบบฝึกหัดการเขียนอย่างสร้างสรรค์ ที่นักเรียนเขียนได้อย่างอิสระกับครูเป็นผู้กำหนดเนื้อเรื่อง ปรวิญญานพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 209 หน้า อักสำเนา
- โมหัมมัด อับดุลกาเดร์ จิตวิทยาและเทคนิคการสอนการศึกษานอกระบบโรงเรียน โรงพิมพ์คุรุสมมนาการ 2517, 87 หน้า
- ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ สถิติวิทยาทางการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 2 วัฒนาพานิช 2522, 266 หน้า
- _____ หลักการวิจัยทางการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 2 โรงพิมพ์ทวีการพิมพ์ 2524, 280 หน้า
- เลขา ปิยะอัจฉริยะ การสอนตามเอกัตภาพ วารสารครูศาสตร์ 2 : 19 - 29 กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2517
- วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มี การประเมินผลกับไม่ประเมินผล ปรวิญญานพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2526, 174 หน้า อักสำเนา
- วิเชียร เกตุสิงห์ คู่มือการวิจัย สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย กองการวิจัย การศึกษานักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ พิมพ์ครั้งที่ 7 2524, 181 หน้า
- ศิริวัฒน์ จันทรศิริ บทบาทของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน Inverstigative Method of Inquiry ที่ส่งผลต่อพัฒนาการทางบุคลิกภาพด้านมโนภาพแห่งตน ความคิดสร้างสรรค์และระบบการรับรู้ กรุงเทพฯ ปรวิญญานพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัย วิชาการศึกษา ประสานมิตร 2516, 119 หน้า อักสำเนา
- ศึกษาธิการ, กระทรวง หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 โรงพิมพ์ คุรุสภา 2521, 252 หน้า

สมพงษ์ เกษมสิน สารานุกรมการบริหาร โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช 2517,
192 หน้า

สมศักดิ์ มากบุญ การสร้างชุดการสอนรายบุคคลวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง "เสียงและการ
ได้ยิน" ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2521, 146 หน้า อักสำเนา

สุโขทัยธรรมมาชีราช, มหาวิทยาลัย สาขาศึกษาศาสตร์ เอกสารการสอนชุดวิชา
วิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 8 - 15 โรงพิมพ์ไพบูลย์ 2526, 505 หน้า

สุมานัน รุ่งเรืองธรรม กลวิธีการสอน โรงพิมพ์รุ่งเรืองธรรม 2522, 144 หน้า

✓ สุมาลี กาญจนชาติ การศึกษาค้นคว้าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของ
นักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ในกรุงเทพมหานคร วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2525, 81 หน้า อักสำเนา

สุวัฑน์ นิยมคำ การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด วัฒนาพานิช 2517,
240 หน้า

สุวิมล ขอบท่ากิจ ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเขตการศึกษา 2 แผนก
วิชำมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522, 112 หน้า
อักสำเนา

อาภรณ์ ขาติบุรุษ การเรียนรู้เป็นรายบุคคล วารสารครูศาสตร์ 4 : 14 - 16

อารี สัตถนวิ "วิชาสอนแบบสร้างสรรค์" ชุมนุมทางวิชาการ กรมสามัญศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ พิมพ์ที่สหกรณ์ขายส่งฯ พระนคร 2510, 305 หน้า

Anderson, Ronald D. and others. Developing Children's Thinking
Through Science. Englewood Cliffs Prentice - Hall, 1970, 370 p.

Blankenship, Dallas James, Study of the Effect of Creativity
Training upon the Self - concept, Achievement and Creative,
Performance of the First Grade Pupils, Dissertation Abstracts
International. 36 : 7147 - Ag May, 1976.

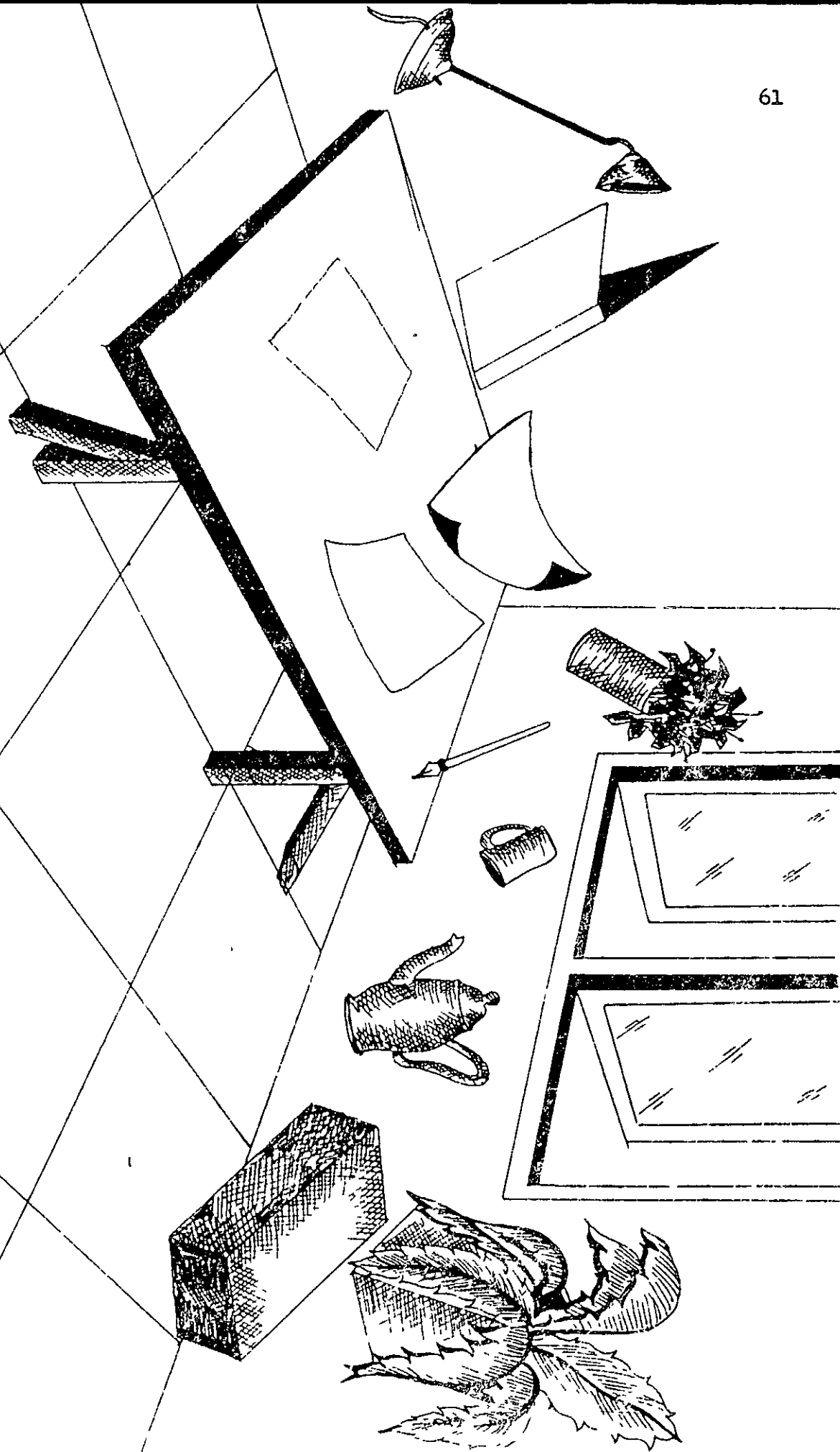
Coon, Arther M. Brainstorming : A Creative Problem Solving
Technique, in Psychological Abstracts. 3 : 79 June, 1959.

- Dececco, John P. The Psychology of Learning and Instruction. Prentice - Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1968. 8000 p.
- Ferguson, George A., Statistical Analysis in Psychology and Education. McGraw - Hill Book Co., New York, 1966. 466 p.
- Guilford, J.P., Fundamental Statistics in Psychology and Education. McGraw - Hill Book Co., New York, 1956. 579 p.
- Hill, Brendo W., "Using College Chemistry to Influence Creativity," Journal Research in Science Teaching. 2 : 72 January, 1976.
- Hutchinson, ED. How to Think Creatively. New York Abingden Press., 1949. 237 p.
- Mccandless, Boyd a. and Ellis P. Evans., Children and Youth Psychological Development. New York, Holt, 1978. 529 p.
- Penick, John E. Creativity in Fifth - Grade Science Students : The Effects of Two Patterns of Instruction. Journal of Research in Science Teaching. 4 : 307 - 314, 1976.
- Roger, G.R. "Towards A Theory of Creative" in Creativity. Harmondsworth, Penquin Books Ltd., 5 : 146 - 149, 1970.
- Storm, Robert D, Psychology for the Classroom. Prentice - Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1969. 416 p.p.
- Sund, Robert B. and Leslie W. Trowbridge. Student Centered Teaching in the Secondary School. Columbus, Ohio : A Bell & Howell Co., 1974. 357 p.
- Torrance, E. Paul. Education and The Geative Petential. Minneapolis : The Lund Press Inc., 1964. 167 p.
- _____. Encouraging Creativity in the Classroom. Pubuque, Inwa : W.M.C. Brown Company Publishers, 1973. 133 p.
- Washton, Nathan S. Teaching Science Creatively in The Secondary Schools. Philadelphia : J.B. Saunders, 1967. 430 p.
- Winer, B.J., Statistical Principles in Experimental Design. McGraw - Hill Book Company, Inc., New York, 1962. 672 p.

ภาคผนวก

กิจกรรมที่ 1

แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ในเรื่อง ปัญหาการเดินทางออกนอกโลกและอวกาศ (บทที่ 12)



1. ปัญหาในการเดินทางออกนอกโลก12.3.1 แรงโน้มถ่วงของโลก

สถานการณ์ที่นำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ (ในเวลา 10 นาที)

จากภาพให้นักเรียนลองใช้ความสังเกตดูสิ่งต่าง ๆ แล้วถามตัวเองว่ามีอะไรเกิดขึ้นบ้าง โดยเมื่อนักเรียนดูภาพแล้ว นักเรียนไม่สามารถตอบคำถามเหล่านั้นได้ โดยดูจากรูปโดยตรง ให้นักเรียนลองเขียนคำถามออกมาให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (โดยไม่จำเป็นต้องครบ 10 คำถาม)

ตัวอย่างคำถามเช่น

เราจะร่อนน้ำขึ้นไม่ ในกระดางที่กำลังลอยอยู่ได้อย่างไร

คำถามที่ 1

.

คำถามที่ 2

.

คำถามที่ 3

.

คำถามที่ 4

.

คำถามที่ 5

.

คำถามที่ 6

.

คำถามที่ 7

.

คำถามที่ 8

.

คำถามที่ 9

.

คำถามที่ 10

.

จากคำถามที่นักเรียนตอบไปทั้งหมด ให้นักเรียนลองคาดคะเนคำตอบที่เกี่ยวข้องกับคำถามที่ส่งมา โดยเลือกมาเพียง 1 คำถาม แล้วนักเรียนลองคาดคะเนวิธีการต่าง ๆ ที่น่าจะแก้ไขปัญหาเหล่านั้นได้ มาหลาย ๆ วิธี โดยนักเรียนอาจจะหาวิธีการที่แปลก ใหม่ แต่มีโอกาสเป็นไปได้มากที่สุด

วิธีการที่ 1

.

วิธีการที่ 2

.

วิธีการที่ 3

.

วิธีการที่ 4

.

วิธีการที่ 5

.

จากวิธีการที่นักเรียนคาดคะเนมาทั้งหมด นักเรียนคิดว่าวิธีใดที่น่าจะเป็นไปได้มากที่สุด ให้นักเรียนเลือกมาเพียง 1 วิธีการแล้วนักเรียนลองออกแบบการทดลองเพื่อที่จะทำให้วิธีการนั้น สามารถแก้ปัญหาที่นักเรียนระบุข้างต้นได้จริง นักเรียนลองคิดออกมาเท่า

ที่จะคิดได้ และบอกเหตุผลว่าทำไมจึงคิดว่าน่าจะออกแบบการทดลอง หรือใช้อุปกรณ์ เช่นนั้น

แบบการทดลองที่ 1

•

•

เหตุผล

•

แบบการทดลองที่ 2

•

•

เหตุผล

•

•

•

แบบการทดลองที่ 3

•

•

เหตุผล

•

•

•

กิจกรรมที่ 2

แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ในเรื่อง ปัญหาการเดินทางออกนอกโลกและสู่อวกาศ (บทที่ 12)

12.3.2 ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก
สถานการณ์ (ในเวลา 10 นาที)

วินาทีที่	ความเร็วของลูกแก้ว (เมตร/วินาที)	ความเร่ง (เมตร/วินาที)
1	10.5	
2	10.5	
3	10.5	
4	10.5	
5	10.5	
6	10.5	

สมมติว่าลูกแก้วลูกหนึ่งตกลงมา แล้วนักเรียนบันทึกข้อมูลได้ดังในตาราง ให้
 นักเรียนเติมตัวเลขในช่องความเร่งทั้งแถววินาทีที่ 1 – 6 จากตารางข้อมูล นักเรียนสรุป
 ได้ว่าอย่างไร

สรุปได้ว่า

จากข้อสรุป นักเรียนคิดว่าน่าจะมีวิธีการใดบ้างที่จะทำให้ลูกแก้วตกลงมา ดังตาราง
 ที่บันทึกข้อมูลไว้ ให้นักเรียนลองออกแบบการทดลอง โดยนักเรียนอาจจะหาอุปกรณ์หรือใช้
 วิธีการต่าง ๆ ใดก็ได้ที่นั่นจะเป็นไปมาช่วยในการตกของลูกแก้ว นักเรียนบรรยายเป็น
 ข้อความสั้น ๆ หรือวาดรูปก็ได้ ให้นักเรียนคิดออกมาเท่าที่จะคิดได้

แบบการทดลองที่ 1

แบบการทดลองที่ 2

•

•

แบบการทดลองที่ 3

•

•

แบบการทดลองที่ 4

•

•

แบบการทดลองที่ 5

•

•

แบบการทดลองที่ 6

•

•

แบบการทดลองที่ 7

•

•

กิจกรรมที่ 3

แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ในเรื่อง ปัญหาการเดินทางออกนอกโลกและสู่อวกาศ (บทที่ 12)

12 3.3 พลังงานกับความเคลื่อนที่

การทดลอง 12.4 พลังงานจลน์กับการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตั้ง สถานะการณ์ (ในเวลา 10 นาที)

จากการทดลอง การยิงวัตถุขึ้นไปในแนวตั้ง นักเรียนคิดว่ามีอุปกรณ์และเทคนิคใดบ้าง ซึ่งมีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตั้งได้ดี ให้นักเรียนบอกถึงอุปกรณ์และเทคนิคนั้น ตลอดจนเหตุผลที่นักเรียนคิดว่าอุปกรณ์หรือเทคนิคนั้นทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ไกล ให้นักเรียนออกมาเท่าที่นักเรียนเห็นว่าไปได้ จากการทดลอง

อุปกรณ์หรือเทคนิคที่ 1

•

เหตุผล

•

อุปกรณ์หรือเทคนิคที่ 2

•

เหตุผล

•

อุปกรณ์หรือเทคนิคที่ 3

•

เหตุผล

•

อุปกรณ์หรือเทคนิคที่ 4

•

เหตุผล

จากอุปกรณ์และเทคนิค ที่ใช้ในการยิงวัตถุขึ้นไปในแนวตั้งที่นักเรียนได้กล่าวถึงนั้น ถ้า นักเรียนต้องการจะยิงวัตถุขึ้นไปให้สูงที่สุดเท่าที่จะสูงได้ นักเรียนคิดว่า นักเรียนควรจะปรับปรุง เครื่องมือ เทคนิค ตลอดจนนำเอาอุปกรณ์อย่างอื่นมาช่วย หรือมาเปลี่ยนแปลงในการยิงอย่างไร ให้นักเรียนต้องออกแบบโดยจะวาดรูป หรือเขียนเป็นข้อความสั้น ๆ ที่เข้าใจได้ง่ายมา ให้มาก และแปลกที่สุด เท่าที่นักเรียนจะคิดได้

วิธีที่ 1

.

วิธีที่ 2

.

วิธีที่ 3

.

วิธีที่ 4

.

วิธีที่ 5

.

วิธีที่ 6

.

วิธีที่ 7

.

วิธีที่ 8

.

วิธีที่ 9

.

วิธีที่ 10

๑

กิจกรรมที่ 4

แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ในเรื่อง ปัญหาการเดินทางออกนอกโลกและสู่อวกาศ (บทที่ 12)

การทดลองที่ 12.5 แรงปฏิกิริยากับการเคลื่อนที่ของวัตถุ

สถานการณ์ (ในเวลา 10 นาที)

จากอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง นักเรียนคิดว่าควรจะปรับปรุงอุปกรณ์ชิ้นใดบ้าง และปรับปรุงอย่างไร เพื่อที่จะทำให้รถที่ใช้ในการทดลองเคลื่อนที่ไปได้ไกลที่สุด นักเรียนลองศึกษามีอะไรบ้าง

อุปกรณ์ชิ้นที่ 1

วิธีการปรับปรุง

.

อุปกรณ์ชิ้นที่ 2

วิธีการปรับปรุง

.

อุปกรณ์ชิ้นที่ 3

วิธีการปรับปรุง

.

อุปกรณ์ชิ้นที่ 4

วิธีการปรับปรุง

.

เมื่อนักเรียนทราบถึงอุปกรณ์และวิธีการปรับปรุงซึ่งจะทำให้รถแล่นไปได้ไกลแล้ว นักเรียนลองออกแบบการทดลองโดยนักเรียนอาจจะหาอุปกรณ์ หรือเปลี่ยนอุปกรณ์เป็นแบบอื่น ๆ เพื่อมาช่วยในการเคลื่อนที่ของรถ โดยให้นักเรียนพยายามคิดแบบการทดลองแปลก ๆ ใหม่นานาให้มากที่สุด เพื่อให้รถของนักเรียนนั้นไปได้ไกลที่สุดเท่าที่จะไกลได้ โดยนักเรียนอาจจะเขียนเป็นข้อความสั้น ๆ หรือวาดรูปก็ได้

•
แบบการทดลองที่ 1

•
แบบการทดลองที่ 2

•
แบบการทดลองที่ 3

•
แบบการทดลองที่ 4

•
แบบการทดลองที่ 5

•
แบบการทดลองที่ 6

•

กิจกรรมที่ 5

แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ในเรื่อง ปัญหาการเดินทางออกนอกโลกและสู่อวกาศ (บทที่ 12)

12.5.4 การขับเคลื่อนควยเชือกเพลิง

12.6 การผูกโพงของหัวไม้ขีดไฟ

สถานการณ์ (ในเวลา 10 นาที)

จากการทดลองเรื่องการผูกโพงของหัวไม้ขีดไฟ จะพบว่าฉาพลาสติกกลมนขนาดใหญ่
 แฉกขึ้น ถ้านักเรียนต้องการให้พลาสติกกลมนขนาดใหญ่แฉกขึ้นมาก ๆ นักเรียนจะดัดแปลง
 ปรับปรุง หรืออาจจะเปลี่ยนอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองอย่างไร ให้นักเรียนให้เหตุผล
 ดีกว่าเพราะอะไร จึงปรับปรุงเช่นนั้น

อุปกรณ์ที่จะปรับปรุง (หรือเปลี่ยน) ที่ 1

วิธีการปรับปรุง

.

เหตุผล

.

อุปกรณ์ที่จะปรับปรุง (หรือเปลี่ยน) ที่ 2

วิธีการปรับปรุง

.

เหตุผล

.

อุปกรณ์ที่จะปรับปรุง (หรือเปลี่ยน) ที่ 3

วิธีการปรับปรุง

.

เหตุผล

.

กิจกรรมที่ 6

แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ในเรื่อง ปัญหาการเดินทางออกนอกโลกและสู่อวกาศ (บทที่ 12)

12.4 หลักของการส่งยานอวกาศ

12.4.1 ยานอวกาศ

สถานการณ์ (ในเวลา 10 นาที)

จากเนื้อหาที่นักเรียนเรียนเรื่อง หลักการส่งยานอวกาศและยานอวกาศไปแล้ว นักเรียนทราบว่ามวลเป็นอุปสรรคที่สำคัญต่อการเคลื่อนที่ขึ้นไปในที่สูง ๆ ถ้าเดิมนักเรียนได้มีส่วนในการเสนอความคิดในการสร้างยานอวกาศ นักเรียนคิดว่ามีวิธีการใดบ้าง ที่จะลดมวลให้น้อยลง หรือมีวิธีการใดที่จะช่วยให้ยานอวกาศออกไปได้ไกลที่สุด โดยให้นักเรียนคิดและปรับปรุงในท่าน

1. เชื้อเพลิงที่นำขึ้นไป
2. รูปร่างลักษณะของยานอวกาศ ตลอดจนโลหะที่ควรจะนำมาประกอบเป็นตัวยานอวกาศ
3. เทคนิคต่าง ๆ ที่จะทำให้นยานอวกาศไปได้ไกลที่สุด
4. อื่น ๆ

ให้นักเรียนลองคิด โดยนักเรียนจะเลือกมาเพียง 1 หัวข้อ หรือ 2 หรือทั้งหมดก็ได้ ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดมวลและทำให้นยานอวกาศไปได้ไกลที่สุด

นักเรียนอาจจะเสนอแนวคิดใหม่ ๆ ที่นักเรียนคิดว่าเป็นไปได้และไม่ซ้ำแบบใคร โดยนักเรียนอาจจะอธิบายถึงวิธีการ พร้อมทั้งให้เหตุผลบางอย่างย่อ ๆ และสิ่งที่นักเรียนจะล้มไปได้ ก็คือ นักเรียนมีอิสระในคำานความคิด แต่จะต้องมีเหตุผลประกอบ

วิธีที่ 1 จะเปลี่ยนในท่านที่

วิธีการเปลี่ยน

.

เหตุผลประกอบ

.

วิธีที่ 2 จะเปลี่ยนในคำ

วิธีการเปลี่ยน

.

เหตุผลประกอบ

.

วิธีที่ 3 จะเปลี่ยนในคำ

วิธีการเปลี่ยน

.

เหตุผลประกอบ

.

วิธีที่ 4 จะเปลี่ยนในคำ

วิธีการเปลี่ยน

.

เหตุผลประกอบ

.

วิธีที่ 5 จะเปลี่ยนในคำ

วิธีการเปลี่ยน

.

เหตุผลประกอบ

.

กิจกรรมที่ 7

แบบฝึกหัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ในเรื่อง ปัญหาการเดินทางออกนอกโลกและสู่อวกาศ (บทที่ 12)

12.4.2 การเคลื่อนที่ในอวกาศ

การทดลองที่ 12.7 การเคลื่อนที่และความเสียทวน

สถานการณ์ (ในเวลา 10 นาที)

ถ้าสมมติว่า บนโลกเราไม่มีแรงเสียดทาน นักเรียนคิดว่าจะมีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในโลก ตลอดจนมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง ให้นักเรียนยกตัวอย่างในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1.1 เกมสกีหาลูกขี้ตูด ทั้งในด้านลักษณะรูปแบบของอุปกรณ์กีฬาและเทคนิคที่ใช้เล่น

1.2 คำนวณความพาหนะ ตลอดจนวิธีการเดินทางของมนุษย์

1.3 ในด้านข่าวของเครื่องใช้ภายในบ้าน

ให้นักเรียนลองพยายามยกตัวอย่างมาให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (นักเรียนไม่จำเป็นต้องตอบทุกข้อ) จงพยายามตอบในข้อที่ถนัดและตอบให้มากที่สุด)

การเปลี่ยนแปลงในหัวข้อ 1.1

1.

2.

3.

4.

5.

6.

7.

8.

การเปลี่ยนแปลงในหัวข้อ 1.2

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.

การเปลี่ยนแปลงในหัวข้อ 1.3

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.

จากตัวอย่างที่นักเรียนยกมาทั้งหมด ให้นักเรียนเลือกข้อใดข้อ
 ข้อใดข้อหนึ่ง ที่นักเรียนคิดว่า นักเรียนจะสามารถนามาออกแบบการทดลองให้สอดคล้อง
 กับสภาพที่มีแรงเสียดทาน โดยก่อนออกแบบการทดลอง ให้นักเรียนเขียนระบุก่อนว่า
 จากข้อไหน เป็นวัตถุที่ใช้ทำอะไรแล้วลองพยายามออกแบบการทดลอง ซึ่งใน 1 หัวข้อ
 นักเรียนสามารถออกแบบได้มากกว่า 1 แบบ ถ้านักเรียนสามารถออกแบบได้มาก แปลกและ
 ใหม่แค่ไหนก็จะแสดงถึงความสามารถของนักเรียนเท่านั้น (โดยนักเรียนจะออกแบบเป็น
 ข้อความหรือรูปภาพก็ได้)

จากข้อที่

ประโยชน์ของวัตถุที่จะนำไปใช้

.

แบบการทดลองหรืออุปกรณ์

.

จากข้อที่

ประโยชน์ของวัตถุที่จะนำไปใช้

.

แบบการทดลองหรืออุปกรณ์

จากข้อที่

ประโยชน์ของวัตถุที่จะนำไปใช้

.

แบบการทดลองหรืออุปกรณ์

.

จากข้อที่

ประโยชน์ของวัตถุที่จะนำไปใช้

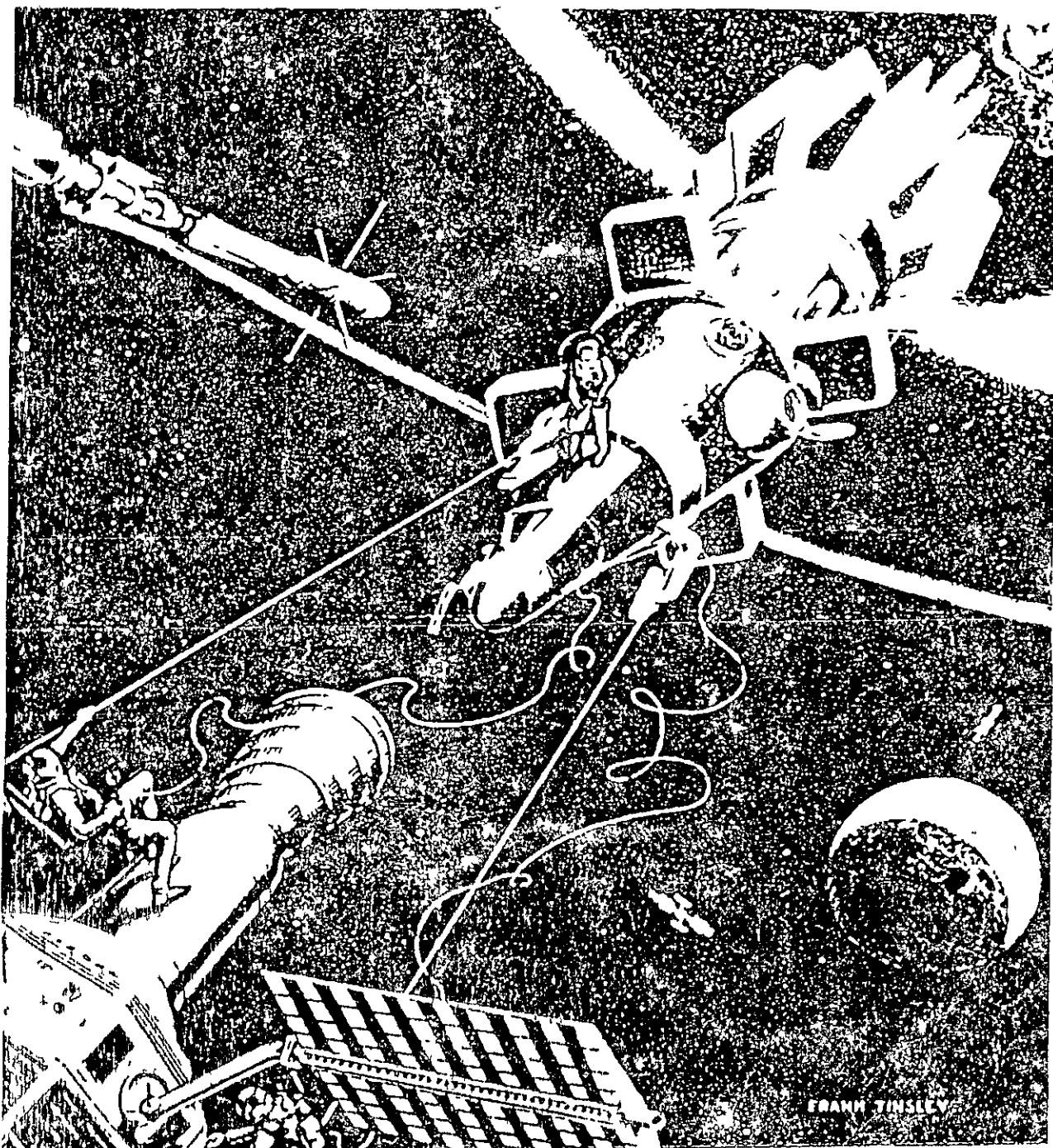
.

แบบการทดลองหรืออุปกรณ์

.

กิจกรรมที่ 8 – 9

แบบฝึกการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ในเรื่อง ปัญหาการเงินทางออกนอกโลกและสู่อวกาศ (บทที่ 12)



12.4.3 หลักการส่งจรวดไปโคจรรอบโลก

การทดลอง 12.8 การตกของวัตถุ

สถานการณ์ ตอนที่ 1 (ในเวลา 10 นาที)

จากภาพขณะนี้ ยานอวกาศอีกา 2 ได้เบนออกนอกทางโคจร จนเอาชนะแรงโน้มถ่วงของโลกได้แล้ว ความเร็วขณะนี้เรียกว่า ความเร็วหลุดพ้น

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนลองใช้ความสังเกต ดูสิ่งต่าง ๆ ภายในภาพ แล้วตั้งคำถามเกี่ยวกับเหตุการณ์ ที่เกิดขึ้นในภาพดังกล่าวข้างต้น ซึ่งนักเรียนไม่สามารถตอบคำถามเหล่านั้น โดยดูจากรูปได้โดยตรง ให้นักเรียนพยายามเขียนคำถามออกมาให้ได้มากที่สุด

ตัวอย่างคำถาม

ทำไมมนุษย์อวกาศจึงสามารถออกมาอยู่นอกยานอวกาศได้ โดยไม่ลอย

กว้างขวาง

คำถามที่ 1

.

คำถามที่ 2

.

คำถามที่ 3

.

คำถามที่ 4

.

คำถามที่ 5

.

คำถามที่ 6

.

คำถามที่ 7

.

คำถามที่ 8

.

คำถามที่ 9

.

คำถามที่ 10

.

คำถามที่ 11

.

คำถามที่ 12

.

คำถามที่ 13

.

คำถามที่ 14

.

คำถามที่ 15

.

การตกของวัตถุตอนที่ 2 (ใช้ภาพเดียวกับตอนแรก ในการทดลองที่ 12.8 เรื่อง การตกของวัตถุ)

สถานการณ์ตอนที่ 2 (ในเวลา 10 นาที)

ในตอนนี้ ให้นักเรียนเฝ้าเสาเหตุ หรือคำตอบในการกระทำ จากคำถามที่นักเรียน ได้ถามไปในตอนที่ 1 ซึ่งสิ่งนั้นอาจจะเป็สิ่งที่เฝ่งเกิดขึ้น หรืออาจจะเป็สิ่งที่เกิดในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต หรือนักเรียนอาจจะเฝ้าเสาเหตุ่าง ๆ จากภาพที่อาจจะไปเกี่ยวกับ

12. คำตอบหรือสาเหตุจากคำถามข้อที่ ๑ ว่า
-
13. คำตอบหรือสาเหตุจากคำถามข้อที่ ๑ ว่า
-
14. คำตอบหรือสาเหตุจากคำถามข้อที่ ๑ ว่า
-
15. คำตอบหรือสาเหตุจากคำถามข้อที่ ๑ ว่า
-

กิจกรรมที่ 10

แบบฝึกหัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2
ในเรื่อง ปัญหาการเดินทางออกนอกโลกและสู่อวกาศ (บทที่ 12)



12.5 สภาพชีวิตในอวกาศ

12.5.1 สภาพไร้น้ำหนัก

การทดลอง 12.9 สภาพไร้น้ำหนักเกิดขึ้นได้อย่างไร

สถานการณ์สภาพไร้น้ำหนัก (ในเวลา 10 นาที)

จากภาพแสดงการทำงานของมนุษย์อวกาศ ซึ่งกำลังทำงานอยู่ในสภาพไร้น้ำหนัก เราจะเห็นได้ว่ามนุษย์อวกาศกำลังลอยคว้างคว่างไป ไม่ค่อยสะดวกในการทำงานมากนัก ถ้าสมมติว่านักเรียนเป็นนักบินอวกาศคนนี้ นักเรียนจะแก้ไขสถานการณ์อย่างไร เพื่อที่จะไม่ให้ตัวเองลอยคว้างคว่าง และสามารถทำงานในอวกาศได้สะดวกขึ้น ให้นักเรียนตอบมาให้มากและแปลก ๆ โดยไม่ต้องกลัวว่าจะผิด

วิธีการแก้ไขที่ 1

•

วิธีการแก้ไขที่ 2

•

วิธีการแก้ไขที่ 3

•

วิธีการแก้ไขที่ 4

•

วิธีการแก้ไขที่ 5

•

วิธีการแก้ไขที่ 6

•

วิธีการแก้ไขที่ 7

•

วิธีการแก้ไขที่ 8

•

วิธีการแก้ไขที่ 9

•

วิธีการแก้ไขที่ 10

กิจกรรมที่ 11

แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ในเรื่อง ปัญหาการเดินทางออกนอกโลกและสู่อวกาศ (บทที่ 12)



12.5.2 ความคั่นและอุณหภูมิ

สถานการณ์ (ในเวลา 10 นาที)

จากภาพเป็นภาพนักบินอวกาศ ที่สวมชุดอวกาศ ซึ่งชุดอวกาศนี้นักเรียนทราบแล้วว่า มีประโยชน์ต่อนักบินอวกาศหลายอย่าง อาทิ เช่น การปรับความคั่น อุณหภูมิ และภาวะแวดล้อมทั่วไป ช่วยให้นักบินอวกาศมีสภาพ เช่นเดียวกับ โลกมนุษย์ นักเรียนคิดว่า ถ้าเกิดชุดนักบินอวกาศนี้ชำรุดขึ้นมา เช่น เกิดการรั่ว หรือฉีกขาด นักเรียนคิดว่าน่าจะเกิดเหตุการณ์ใดขึ้นบ้างกับนักบินอวกาศ

โดยให้นักเรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ โอบนของระบบการทำงานของร่างกาย และการเปลี่ยนแปลงในค่านอื่น ๆ เท่าที่จะคิดได้ ให้นักเรียนแสดงแนวคิดออกมาให้มากที่สุด

เหตุการณ์และการเปลี่ยนแปลงที่นาเกิดขึ้น

1.

.

2.

.

3.

.

5.

.

6.

.

7.

.

8.

.

9.

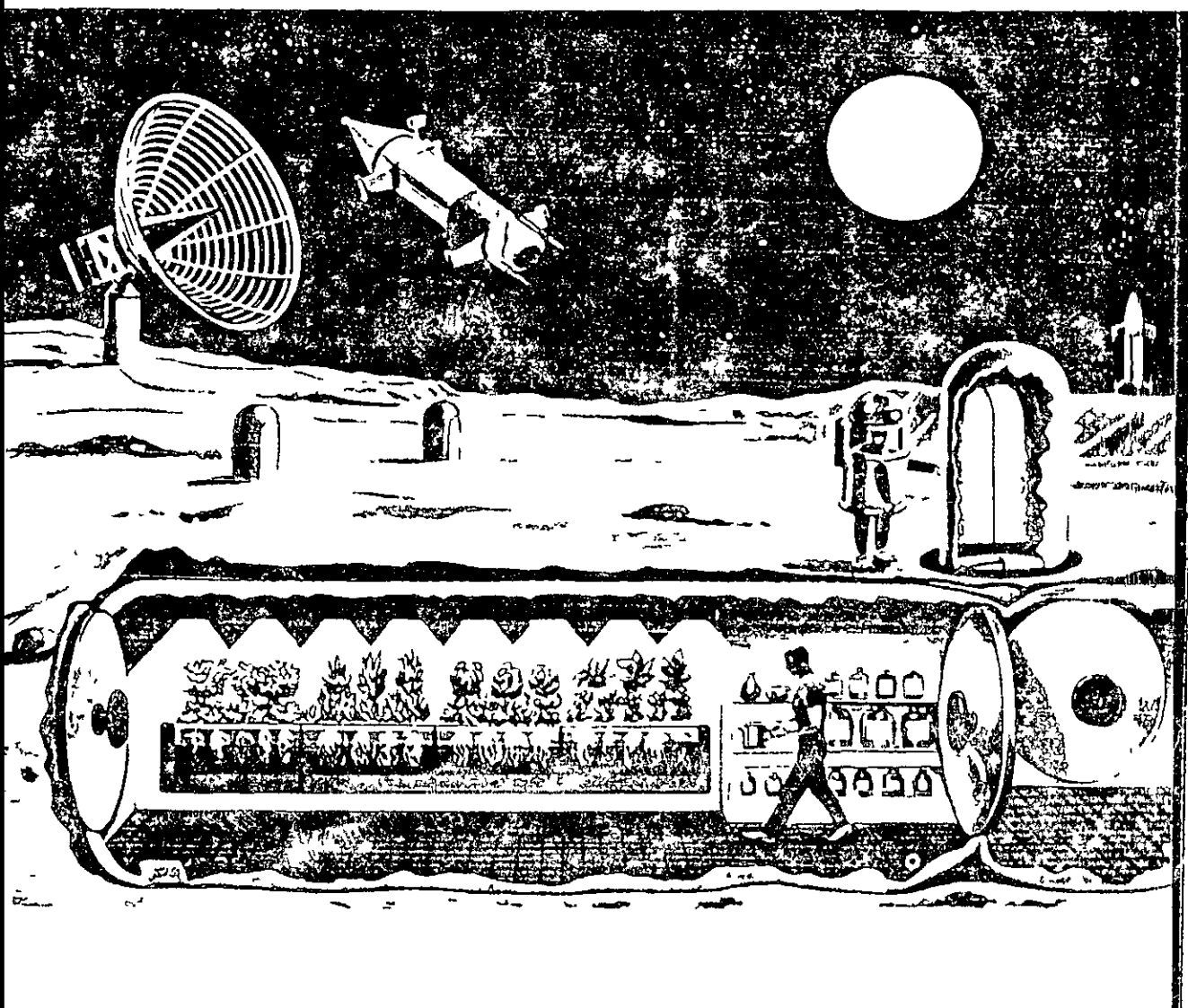
•

10.

•

กิจกรรมที่ 12

แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ในเรื่อง ปัญหาการเดินทางออกนอกโลกและสู่อวกาศ (บทที่ 12)



12.6 การสำรวจดวงจันทร์

สถานการณ์ (ในเวลา 10 นาที)

จากภาพนักเรียนจะเห็นความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นบนดวงจันทร์ในอนาคตอันใกล้นี้ ให้นักเรียนลองใช้ความสังเกตสิ่งต่าง ๆ ภายในภาพ แล้วตั้งคำถามเกี่ยวกับเหตุการณ์ ที่เกิดขึ้นในภาพซึ่งนักเรียนจะสามารถตอบคำถามเหล่านั้น โดยดูจากรูปโดยตรง ให้นักเรียนพยายามเขียนคำถามออกมาให้ได้มากที่สุด เท่าที่จะมากได้

ตัวอย่างคำถาม

ทำไมคนที่อยู่บนผิวดวงจันทร์จึงแก่กว่าไม่เหมือนกับคนที่อยู่ในแคปซูล

คำถามที่ 1

.

คำถามที่ 2

.

คำถามที่ 3

.

คำถามที่ 4

.

คำถามที่ 5

.

คำถามที่ 6

.

คำถามที่ 7

.

คำถามที่ 8

.

คำถามที่ 9

•

คำถามที่ 10

•

จากคำถามที่นักเรียนตอบไปทั้งหมด ให้นักเรียนลองคาดคะเนคำตอบที่เกี่ยวข้องกับคำถามที่นักเรียนตั้งมา ซึ่งใน 1 คำถาม นักเรียนอาจจะคาดคะเนคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ไ้มากกว่า 1 คำตอบ ให้นักเรียนพยายามจินตนาการและนำเหตุผลมาประกอบด้วยความเร็วเท่าที่นักเรียนจะทำได้

คำตอบของคำตอบที่

•

•

คำตอบของคำตอบที่

•

•

คำตอบของคำตอบที่

•

•

คำตอบของคำตอบที่

•

•

คำตอบของคำตอบที่

•

•

คำตอบของคำถามที่

•

•

คำตอบของคำถามที่

•

•