

การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และ
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
 ปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้
 เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
 และระหว่างครูกับนักเรียน

20 เศ.ช. 2535

ปริญญานิพนธ์
 ของ
 ทอมมวล ใจซื่อ

ห้องสมุดบัณฑิตวิทยาลัย
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กันยายน 2529

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

177436

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต และคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบ

.....	ประธาน		ประธาน
.....	กรรมการ		กรรมการ
.....	กรรมการ		กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์สมจิต สมิตพันธุ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุษกร เพชรวิวรรณ อาจารย์ ดร. ชุตินา วัฒนศิริ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวชนไพบูลย์ ที่ได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์สมจิต สมิตพันธุ์ ขอขอบพระคุณ อาจารย์อุษาคำประกอบ อาจารย์จำรูญ ภูปัญญา และอาจารย์สุรัช นนทจันทร์ ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ แก้ไขแผนการสอนและแบบทดสอบ

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์อรุณ อาษา ผู้อำนวยการโรงเรียนพะเยาพิทยาคม อาจารย์ศิริพร บุญมาวงศ์ ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการโรงเรียนพะเยาพิทยาคม ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ให้ใช้กลุ่มตัวอย่างในการทดลอง และขอขอบพระคุณอาจารย์หมวดวิทยาศาสตร์ และขอใจนักเรียนโรงเรียนพะเยาพิทยาคม ที่ให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวก ให้ความร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชา พระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ ทุกท่านที่วางรากฐานการศึกษาให้กับผู้วิจัย

หอมวล ใจชื่อ

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ	5
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
	เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	9
	เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการอภิปราย	18
	เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยวิธีกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ ..	23
	เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทาง	
	วิทยาศาสตร์	28
	เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	43
	งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทาง	
	การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	46
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	48
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	49
	ประชากร	49
	กลุ่มตัวอย่าง	49
	เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	49
	ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	50
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	50

แบบแผนการวิจัย	54
วิธีดำเนินการ	54
การวิเคราะห์ข้อมูล	55
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	56
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	58
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	58
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	58
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	61
ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	61
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	61
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	62
การวิเคราะห์ข้อมูล	63
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	63
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	64
ข้อเสนอแนะ	67
บรรณานุกรม	68
ภาคผนวก	76
ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์ข้อมูล	77
ภาคผนวก ข. แผนการสอนและแบบทดสอบ	85

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แบบแผนการวิจัย	54
2	การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	59
3	การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ-ชีวภาพ เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม	60
4	แสดงค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ-ชีวภาพ เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม	78
5	แสดงค่าสถิติพื้นฐานและค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	79
6	แสดงค่าสถิติพื้นฐานและค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	80
7	ตัวอย่างของเครื่องปั้นดินเผาที่เกิดจากส่วนผสมของโลหะออกไซด์ชนิดต่าง ๆ	92
8	ประเภทของผลิตภัณฑ์และอุณหภูมิของเตาเผา	93
9	แสดงองค์ประกอบที่สำคัญและสมบัติของแก้ว	96
10	แสดงปริมาณมูลค่าของการส่งออกแร่ชนิดต่าง ๆ	102
11	แสดงตัวอย่างสินแร่ที่มีอยู่ในประเทศไทย	103
12	แสดงสมบัติของโลหะ	104
13	แสดงส่วนประกอบและประโยชน์ของโลหะผสม	105
14	แร่เชื้อเพลิงและประโยชน์	123
15	ปริมาณน้ำฝนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กัน	130
16	วิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ-ชีวภาพ เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม	145

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	เปรียบเทียบรูปแบบของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับ นักเรียน	8
2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและการระเหยของของเหลว ...	34
3	แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	44
4	ทรัพยากรธรรมชาติ	84
5	ดินที่เกิดจากการทำเหมืองแร่	88
6	ภาพตัดขวางของกระดิกน้ำร้อน	98
7	ป่าไม้	128

ภูมิหลัง

ในปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เข้ามามีอิทธิพลต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์เรามากและจะทวีความสำคัญยิ่งขึ้นโดยเฉพาะในสภาพเศรษฐกิจและสังคมที่เป็นอยู่ในขณะนี้ ซึ่งสภาพทั่ว ๆ ไปของสังคมส่วนแล้วแต่เป็นปัญหาและเป็นปัญหาที่ซับซ้อน เช่น ปัญหาทางด้านการเมือง ปัญหาทางสังคม ปัญหาเศรษฐกิจ ปัญหาทางด้านการศึกษาที่ส่วนแล้วแต่ต้องการบุคคลที่มีความสามารถทางสมองขั้นสูงมาใช้ในการแก้ปัญหาเหล่านั้น และบุคคลที่จะอยู่รอดจะต้องเป็นผู้ที่มีประสิทธิภาพของความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ ต้องรู้จักคิด รู้จักปัญหา รู้วิธีการแก้ปัญหา และปฏิบัติตนในวิถีทางที่ถูกต้องเหมาะสม เพราะถ้าบุคคลมีความสามารถเช่นนี้แล้วก็จะก้าวไปสู่การแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตที่เต็มไปด้วยความเจริญแห่งวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีความสุข

การที่จะปลูกฝังคุณลักษณะของการคิดเป็น ทำเป็น รู้จักปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมนั้นมิใช่สิ่งที่ทำกันได้ง่ายนักและจะต้องเป็นไปในลักษณะของการสะสมวิธีการที่ถูกที่ควรทีละเล็กทีละน้อย นักการศึกษาเล็งเห็นถึงความสำคัญของการจัดการศึกษาโดยมุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นคนคิดเป็น ทำเป็น รู้วิธีการแก้ปัญหาด้วยวิถีทางที่ฉลาดและถูกต้อง (พนัส หันนาคินทร์ 2521 : 34) การที่จะพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดเป็น ทำเป็น รู้วิธีการแก้ปัญหาและข้อขัดข้องต่าง ๆ ด้วยสติปัญญาเป็นการพัฒนาศักยภาพส่วนบุคคลที่สามารถปรับปรุงและพัฒนาได้หลายลักษณะ เช่น อาจจะปรับปรุงโดยมองภาพรวมทั้งหมดหรือมุ่งพิจารณาตอนใดตอนหนึ่งในกระบวนการจัดการศึกษา (พยอม คัมภีร์ 2524 : 1) การพัฒนาศักยภาพส่วนบุคคลนี้เป็นความสามารถทางสติปัญญาอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาที่นักการศึกษาเห็นเป็นอย่างยิ่งว่า จะต้องปลูกฝังให้นักเรียนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาควรจัดไว้เป็นจุดหมายปลายทางที่สำคัญของการศึกษา (สาโรช บัวศรี 2518 : 7 - 9) เพื่อเตรียมนักเรียนให้พร้อมที่จะเผชิญกับเหตุการณ์

ต่าง ๆ ในสังคมทำให้นักเรียนรู้จักคิด คิดเป็น วิเคราะห์ วิพากษ์ วิจัยเป็นและในที่สุดจะทำให้แก่นักเรียนสำนึกในคุณค่าของศาสตร์ต่าง ๆ กับคุณค่าของการแสวงหาความรู้โดยวิธีการต่าง ๆ ที่มีใช้การท่องจำ (พยอม ตันมณี 2524 : 2) โดยจัดสถานการณ์และกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนมีความสามารถทางการคิดแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้นจะแตกต่างกันออกไป เพราะคนเรามีความสามารถในการแก้ปัญหาคือหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับว่า บุคคลนั้นมีสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ตลอดจนได้รับการจูงใจหรือไม่เพียงใด ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และวิธีการแก้ปัญหานั้น ผู้แก้ปัญหาแต่ละคนย่อมมีลักษณะเฉพาะเอกบุคคล การแก้ปัญหาก็จะไม่เหมือนกัน การแก้ปัญหาก็อาจไม่เป็นไปตามขั้นตอนก็ได้ อาจสลับก่อนหลังหรือบางขั้นตอนไม่มีก็ได้ (Stollburg. 1956 : 225 - 228) ดังนั้นการเรียนการสอนจึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาปัจจัยต่าง ๆ อันจะส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนดีขึ้น และวิธีการสอนที่พัฒนาจุดมุ่งหมายดังกล่าวก็คือวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry method) การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่เน้นพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เริ่มต้นด้วยการแสวงหาเพื่อนำไปสู่การค้นพบหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ที่เป็นวิทยาศาสตร์ เป็นการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีบทบาทในการค้นคว้า พิสูจน์ และทดลองหาความจริงตามหลักเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2526 : 112)

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้อาศัยกิจกรรมการอภิปรายซักถามระหว่างครูกับนักเรียนและการทดลอง โดยเน้นการใช้คำถามประเภทต่าง ๆ ที่ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงผู้จัดสถานการณ์หรือผู้ชี้แนะและเป็นผู้ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ที่พึงประสงค์เท่านั้น ซึ่งการเรียนการสอนตามแนวนี้มีความเหมาะสมและมีแนวโน้มในทางที่จะประสบผลสำเร็จ แต่ก็มักจะพบปัญหาเสมอคือ ครูพยายามสอนตามแนวการสอนในคู่มือครูของ สสวท. ที่สอนเพื่อจะให้นักเรียนได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง พบว่านักเรียนจะไม่พยายามใช้ความคิด และไม่สามารถคิดอะไรได้ถ้าครูไม่เปิดโอกาสหรือไม่จัดกิจกรรมให้นักเรียนคิด การอภิปรายนี้เองจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน ซึ่งนักเรียนจะต้องใช้ความคิดประกอบด้วยเหตุผล ให้อภิปราย

ขอบเขตปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหา อภิปรายผลการทดลองค้นคว้าด้วยตนเอง จะเป็นการพัฒนาสติปัญญาของนักเรียน ให้นักเรียนรู้จักวิธีการคิดแก้ปัญหา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีนิสัยใฝ่หาความรู้และทักษะอยู่เสมอ รักการทำงาน สามารถทำงานเป็นหมู่คณะ และมีความขยันหมั่นเพียรและการเรียนรู้ก็เกิดได้หลายทาง การเรียนรู้ไม่ได้มาจากครูแต่ผู้เดียว นักเรียนทุกคนก็เป็นแหล่งของความรู้ที่สำคัญ ดังนั้นถ้าครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนอภิปรายปัญหากันเองอาจจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากยิ่งขึ้น เพราะการปล่อยให้ นักเรียนถ่ายทอดความรู้กันเองนั้น ก่อให้เกิดความเข้าใจได้มากเพราะเป็นการพูดคุยกับเพื่อนฝูงวัยเดียวกัน ช่วยในการสื่อความหมายได้มากขึ้น (Allen. 1976 : 371) เซอร์เลย์ (Hurley. 1964 : 23 - 32) ก็กล่าวในทำนองเดียวกันว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ถ้าครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนอย่างอิสระโดยไม่ต้องเลียนแบบครูตลอดเวลาจะทำให้เกิดประโยชน์แก่นักเรียนมากที่สุดเพราะวิชาวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยทักษะในการเรียน และทักษะเหล่านั้นผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ด้วยตนเองและเป็นการยากที่จะเข้าใจได้อย่างลึกซึ้ง แต่ถ้าครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนปรึกษากันหรือซึ่งกันและกันได้แก้ปัญหาคำถามต่าง ๆ ร่วมกันก็เท่ากับเป็นการมีแนวทางไปสู่เป้าหมายได้เร็วยิ่งขึ้น จากสิ่งเหล่านี้ก็จะทำให้เห็นว่า เจตคติ ค่านิยมของแต่ละบุคคลนั้นมีอยู่แล้ว ถ้ามีโอกาสได้ศึกษาหรือแลกเปลี่ยนกับบุคคลอื่น ๆ ก็เท่ากับผู้นั้นได้ประสบการณ์ที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้นด้วย นอกจากนี้ ถนนอมจิตต์ เสนมา (ถนนอมจิตต์ เสนมา 2525 : 63 - 64) ก็กล่าวว่า การจัดกิจกรรมอภิปรายระหว่างนักเรียนด้วยกันเองเป็นวิธีหนึ่งที่กระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดขณะเรียนมากขึ้น รู้จักช่วยเหลือตนเองในการเรียน รวมทั้งมีความรับผิดชอบต่องานมากขึ้นด้วย ฉะนั้นในการเรียนการสอนจึงควรจัดกิจกรรมอภิปรายระหว่างนักเรียนด้วยกันเองเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีพัฒนาการในด้านการคิด ทำให้เข้าใจบทเรียนได้กระจ่าง ชัดเจนยิ่งขึ้น

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียนว่าการสอนแบบใดที่จะส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่า

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จะช่วยให้ผู้สอนตระหนักถึงความสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อที่จะส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ และมีความรับผิดชอบต่อการทำงาน
2. เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบของการสอนวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ให้เอื้อต่อการพัฒนาสมรรถภาพด้านการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จำกัดอยู่ในขอบเขตของประชากร กลุ่มตัวอย่าง และตัวแปรที่จะศึกษา ดังนี้

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพะเยาพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ปีการศึกษา 2529 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ จำนวน 8 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 360 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพะเยาพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา จำนวน 80 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่าง โดยจับฉลากจากห้องเรียนทั้งหมดมา 2 ห้องเรียน แล้วนำรายชื่อนักเรียนทั้ง 2 ห้องเรียนมาคละกัน แล้วจับฉลากออกมา 80 คน จากนั้นจับฉลากอีกครั้งหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

3. ระยะเวลา

เวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้ากระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 โดยใช้เวลาสอนกลุ่มละ 22 คาบ คาบละ 50 นาที ผู้วิจัยสอนเองทั้งสองกลุ่ม

4. ตัวแปรที่ศึกษา

4.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีสอนสองวิธีคือ

4.1.1 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน

4.1.2 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

4.2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

5. เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยเลือกเนื้อหาเรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม ในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ-ชีวภาพ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 และเลือกสอนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่นักเรียนอ่านข้อความที่เป็นสถานการณ์ที่กำหนดให้ในแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แล้วสามารถตอบคำถามโดย บอกวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ได้ถูกต้องใน

4 ลักษณะ คือ

1.1 นิยามหรือระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาที่สำคัญที่สุดภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

1.2 วิเคราะห์สาเหตุแห่งปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกได้ว่าสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ของปัญหาคืออะไรจากข้อเท็จจริงตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

1.3 กำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการหาข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำไปซึ่งวิธีการแก้ปัญหา

1.4 วิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหานั้น หมายถึง ความสามารถในการอธิบายได้ว่าผลที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุไว้นาน้อยเพียงใด

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ ในด้านเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำไปใช้โดยจำแนกตามจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้จากการทำแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมเรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม

2.1 ความรู้-ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม

2.2 ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

2.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กระบวนการด้าน การสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

2.4 การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือแตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตรประจำวัน

3. การสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การค้นคว้าหาความรู้ด้วยกระบวนการทางความคิดโดยเน้นวิธีการได้มาซึ่งความรู้ที่เป็นผลผลิตของการค้นคว้า ดัดแปลงจาก ซุคแมน (Suchman. 1966 : 90 - 113) และ เอเซป (ASEP) (ปรีชา กล้ารัศมี 2526 : 17 อ้างอิงมาจาก ASEP. 1974 : 81) มีขั้นตอนที่สำคัญคือ

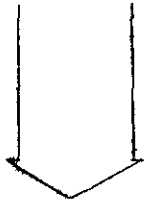
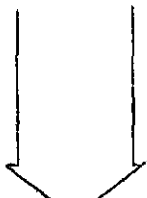
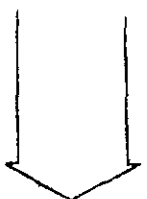
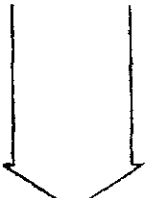
3.1 ชั้นนิยามหรือระบุปัญหา เป็นขั้นตอนที่ร่วมกันอภิปรายเพื่อให้นักเรียนได้ระบุปัญหา นิยามปัญหา ตั้งสมมติฐาน หรือออกแบบการทดลอง และค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษา โดยสังเกตจาก สถานการณ์ ปัญหา วัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

3.2 ขั้นตอนการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเป็นขั้นปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหภายในขอบเขตของปัญหาจากการทดลอง จากเอกสาร หรือแหล่งความรู้อื่น ๆ เพิ่มเติม เพื่อให้สามารถจัดกระทำข้อมูล สื่อความหมายข้อมูลและตีความหมายข้อมูล

3.3 ขั้นสรุปและลงความเห็น เป็นขั้นของการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้กับสมมติฐานที่วางไว้ และตัดสินใจว่าจะยอมรับสมมติฐานหรือไม่ หรือควรปรับปรุงสมมติฐานอย่างไร

4. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน หมายถึง การสอนที่ครูมุ่งให้นักเรียนคิดค้นหาความรู้ด้วยการอภิปรายร่วมกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน โดยมีการตั้งคำถาม การตอบคำถาม การสังเกต การทดลอง ในเนื้อหาของบทเรียน เพื่อนำไปสู่การค้นพบคำตอบและข้อสรุปของบทเรียน มีขั้นตอนในการสอนที่สำคัญเช่นเดียวกับการสืบเสาะหาความรู้

5. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน หมายถึง การสอนที่ครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อค้นคว้าหาความรู้ โดยมีการตั้งคำถาม การตอบคำถาม การสังเกต การทดลองในเนื้อหาของบทเรียนเพื่อนำไปสู่การค้นพบคำตอบและข้อสรุปของบทเรียนมีขั้นตอนที่สำคัญในการสอนเช่นเดียวกับการสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิค การอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน	การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิค การอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน
ชั้นนิยามหรือระบุปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนกับนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนิยามหรือระบุปัญหาและค้นหาข้อมูล เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษา  ขั้นของการรวบรวมและวิเคราะห์ ข้อมูล เป็นขั้นปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหาโดยการ อภิปรายปัญหาร่วมกันระหว่างนักเรียนกับ นักเรียน  ขั้นสรุปและลงความเห็น นักเรียนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งรายงานผลสรุป หน้าชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนทั้งชั้นอภิปราย และลงสรุปร่วมกัน	ชั้นนิยามหรือระบุปัญหา เป็นขั้นตอนที่ครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อให้นิยามหรือระบุปัญหาและค้นหาข้อมูล เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษา  ขั้นของการรวบรวมและวิเคราะห์ ข้อมูล เป็นขั้นปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหาโดยการ อภิปรายปัญหาร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน  ขั้นสรุปและลงความเห็น ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายสรุปผล และลงความเห็นร่วมกัน

ภาพประกอบ 1 เปรียบเทียบรูปแบบของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิค
การอภิปราย ระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้แบ่งเป็นตอน ๆ ดังนี้

1. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
2. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการอภิปราย
3. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยวิธีกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์
4. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
5. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
6. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาวิทยาศาสตร์

1. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry method) เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะให้นักเรียนเป็นผู้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง เริ่มจากการที่นักเรียนมีข้อสงสัยสิ่งใดสิ่งหนึ่ง แล้วพยายามจะหาคำตอบหรือแก้ไขข้อสงสัยเหล่านั้น โดยอาจเริ่มจากการสำรวจข้อมูลต่าง ๆ มาประกอบการพิจารณาโดยการไต่ถามหรือสืบเสาะหาสาเหตุต่าง ๆ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา มีกิจกรรมที่สำคัญคือการอภิปรายซักถามระหว่างครูกับนักเรียน การทดลอง การอภิปรายนับว่าเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่ง ถ้าผู้สอนรู้จักแนะแนวทางในจังหวะที่เหมาะสมแล้วจะช่วยฝึกและปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเองกล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น ในแง่ของเหตุผล ไม่เชื่องมง่าย ส่วนการทดลองนั้นถือว่าเป็นหัวใจของการสอนเพราะจะนำไปสู่การฝึกนักเรียนในแง่ทักษะกระบวนการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 116)

2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนนั้นช่วยให้
นักเรียนอยากเรียนไม่ไปบังคับ และผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จใน
การค้นคว้าแทนที่จะให้นักเรียนเกิดความล้มเหลว

3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมความคิดให้นักเรียน คิดเป็น มีความคิด
สร้างสรรค์ ให้โอกาสนักเรียนได้มีการใช้ความคิดเห็นของตนเองให้มากที่สุด (สุวัฒน์
นิยมคำ 2517 : 125 - 126)

ขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ซุคแมน (Suchman. 1966 : 90 - 113) ได้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นเผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ ผู้สอนจัดสร้างสถานการณ์ที่จะให้ผู้เรียนเผชิญ
เพื่อเป็นการกระตุ้นการสืบเสาะ อาจเป็นคำพูด คำถาม กิจกรรมหรือเป็นการทดลองก็ได้
2. ขั้นคิดค้นสืบเสาะ ในขั้นนี้อาจใช้คำถาม คำตอบติดต่อกันไปหรือทำการทดลองใหม่
ศึกษาข้อมูลใหม่ หรือผสมผสานวิธีการต่าง ๆ เข้าด้วยกันก็ได้
3. ขั้นสรุปความคิดที่ค้นพบใหม่ เป็นการสรุปหรือขยายหรือสร้างแนวความคิด
รวบยอดขึ้นใหม่ ซึ่งเป็นความรู้ที่พบขั้นสุดท้าย

เอเซป (ASEP) (ปรีชา กล้ารัศมี 2526 : 17 อ้างอิงมาจาก Australian
Science Education Project. 1974 : 81) ได้กำหนดขั้นตอนของการสอนแบบ
สืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. สถานการณ์ที่เราให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้ (the situation with
provides the stimulus for inquiry)
2. ค้นคว้าแก้ปัญหาที่ต้องการสืบเสาะหาความรู้ (the problem to which
a solution is sought)
3. สรุปผลของการสืบเสาะหาความรู้ (the conclusion reached as
the result of investigation)

ซึ่งในขั้นตอนทั้งสามจะต้องอาศัยการกำหนดและนิยามปัญหา (formulation and
definition of the problem) และการค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหา (search for a
solution) แทรกอยู่ระหว่างขั้นตอนทั้งสาม

อำนาจ รัฐธรรมนูญ (อำนาจ รัฐธรรมนูญ 2525 : 81) ได้สรุปไว้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหา ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. ตั้งคำถามที่จะใช้ในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางหาคำตอบของปัญหา
3. ตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบและดำเนินการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน
4. ตั้งคำถามที่จะใช้ในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

และในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การสอนให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ โดยเน้นวิธีการได้มาซึ่งความรู้ที่เป็นผลผลิตของการค้นคว้า มีขั้นตอนในการสอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอน

1. ขั้นนิยามหรือระบุปัญหา เป็นขั้นตอนที่ร่วมกันอภิปรายเพื่อให้นักเรียนสามารถระบุปัญหา นิยามปัญหา ตั้งสมมติฐานหรือออกแบบการทดลองได้ หรือค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาโดยสังเกตจากสถานการณ์ วัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ
2. ขั้นของการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล เป็นขั้นปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหา ค้นคว้าหาข้อมูลหรือข้อเท็จจริงเพิ่มเติมจาก เอกสาร การทดลอง หรือแหล่งความรู้อื่น ๆ โดยการอภิปรายร่วมกัน เพื่อให้สามารถจัดกระทำข้อมูล สื่อความหมายข้อมูล ตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
3. ขั้นสรุปและลงความเห็น เป็นขั้นที่มีการแปลความหมายหรืออธิบายความหมายของข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้ออกสมมติฐานที่วางไว้ เป็นขั้นตัดสินใจว่าจะยอมรับสมมติฐานหรือไม่ หรือควรปรับปรุงสมมติฐานอย่างไร เป็นขั้นที่นักเรียนควรจะได้อภิปรายเพื่อแสดงความคิดเห็นและตัดสินใจอย่างเต็มที่

กิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สมจิต สมิตพันธุ์ (อำนาจ รัฐธรรมนูญ 2525 : 168 - 169 อ้างอิงมาจากสมจิต สมิตพันธุ์ 2519) ได้เสนอขั้นตอนในการจัดกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ขั้นเสนอปัญหา ซึ่งเป็นขั้นแรกของการแก้ปัญหา ปัญหาเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับข้อเท็จจริงบางประการ ฉะนั้นถ้าต้องการให้นักเรียนเกิดปัญหาเช่นไร ก็จะต้องให้นักเรียนสังเกตหรือได้รับข้อเท็จจริงที่สัมพันธ์กับปัญหาที่ต้องการ หน้าที่ใหม่ของ

ครูก็คือการเสนอข้อเท็จจริงหรือจัดสถานการณ์ของการเรียนให้นักเรียนได้มีโอกาสได้สังเกตข้อเท็จจริงเพื่อนำไปสู่การตั้งปัญหาด้วยตัวนักเรียนเอง แต่ครูอาจจะช่วยให้นักเรียนมองเห็นปัญหา หรือกำหนดปัญหาจากข้อเท็จจริงเหล่านั้นด้วยการอภิปราย ซึ่งอาจจะเป็นไปได้ในรูปของคำถาม เช่น

- 1.1 นักเรียนสังเกตเห็นอะไรเกิดขึ้นหรือไม่
- 1.2 มีอะไรเปลี่ยนแปลงไปบ้าง
- 1.3 มีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร
- 1.4 ตัวเลข (ข้อมูล) เหล่านี้มีความหมายอย่างไร
- 1.5 มีอะไรที่น่าสงสัยหรือไม่
- 1.6 ปัญหาที่น่าสงสัยนั้นคืออะไร
- 1.7 ปัญหาที่กล่าวมานั้นสัมพันธ์กับข้อเท็จจริงที่เราได้รับหรือไม่

ฯลฯ

2. ขึ้นกำหนดสมมติฐาน เมื่อนักเรียนกำหนดปัญหาแล้ว ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายหาคำตอบที่อาจเป็นไปได้หรือตั้งสมมติฐานหรือวิเคราะห์หาสาเหตุแห่งปัญหา แต่ถ้านักเรียนไม่สามารถตั้งสมมติฐานได้ก็อาจเป็นไปได้ว่า

- 2.1 นักเรียนไม่เข้าใจปัญหาซึ่งอาจเนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอหรือไม่สัมพันธ์กับปัญหา เป็นต้น
- 2.2 ปัญหานั้นยากเกินไปสำหรับนักเรียน
- 2.3 ปัญหานั้นมิได้มาจากนักเรียน หรือไม่ใช่วิธีที่นักเรียนยอมรับ แต่อาจเกิดจากการยึดเยื้อคิให้นักเรียน

ครูควรให้นักเรียนอภิปรายเพื่อหาสมมติฐานให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และควรจะมีหลายข้อ ซึ่งจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้เหตุผลจากข้อเท็จจริงบางประการในการตั้งสมมติฐาน ไม่มองปัญหาเพียงด้านเดียว ยอมรับความคิดเห็นของคนอื่นโดยปราศจากการไตร่ตรอง สมมติฐานแต่ละข้อมีคุณค่าแตกต่างกัน ควรให้นักเรียนได้อภิปรายข้อดีข้อเสียหรือประเมินผลสมมติฐานต่าง ๆ เหล่านั้น เช่น

1. การใช้ถ้อยคำชี้แจงรัดกุมหรือไม่
2. สัมพันธ์กับข้อเท็จจริงหรือไม่
3. สัมพันธ์กับประสบการณ์หรือไม่
4. เน้นสู่ทางในการตรวจสอบเพียงใด

ฯลฯ

3. ขั้นตอนตรวจสอบสมมติฐาน การตรวจสอบสมมติฐานเป็นขั้นที่จะหาข้อเท็จจริง หรือ ข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อยืนยันว่าสมมติฐานเหล่านั้นเป็นไปได้เพียงใด การตรวจสอบสมมติฐานอาจทำได้ 3 วิธี คือ

3.1 โดยการหาข้อมูลเพิ่มเติม เช่น เมื่อพบเซลล์ของเยื่อหุ้มประกอบด้วย นิวเคลียส เซลเยื่อข้างแก้มประกอบด้วยนิวเคลียส เซลเม็ดเลือดแดงของกบประกอบด้วย นิวเคลียส ก็เกิดความสงสัยและตั้งสมมติฐานว่า เซลของสิ่งมีชีวิตอื่นน่าจะมีนิวเคลียสเช่นเดียวกัน ขั้นตอนตรวจสอบสมมติฐานนี้อาจทำได้โดย การตรวจเซลล์อื่น ๆ ของสิ่งมีชีวิตว่าประกอบด้วย นิวเคลียสหรือไม่ ถ้าเซลล์อื่น ๆ มีนิวเคลียสสมมติฐานที่กล่าวไว้ก็เป็นไปได้

3.2 โดยการทำนายข้อเท็จจริงหรือเหตุการณ์ล่วงหน้า เช่น ในการสังเกต การเปลี่ยนแปลงของจำนวนสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในตอนแรก ๆ แล้วการเพิ่มขึ้นค่อย ๆ ช้าลง จึงตั้งสมมติฐานว่า กราฟของการเปลี่ยนแปลง ดังกล่าวน่าจะมีรูปประหลาด และถ้าเป็นเช่นนั้นจริง เมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้ คาดว่าปริมาณของสิ่งมีชีวิตนั้นจะต้องมีปริมาณเท่ากับที่คาดคะเนไว้ ฉะนั้นเมื่อถึงเวลาดังกล่าวก็ตรวจสอบหา จำนวนสิ่งมีชีวิตว่าเป็นไปตามที่คาดคะเนไว้หรือไม่

3.3 โดยการทดลอง ในการทดลองนั้นจะต้องมีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงซึ่งเรียกว่า ตัวแปร เช่น ในกรณีที่มีการตรวจสอบว่า แสงมีส่วนต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่ ตัวแปรที่ต้องควบคุมก็คือ ความชื้น แสงสว่างในดิน อุณหภูมิ ความสมบูรณ์และจำนวนของพืช ให้เท่ากัน แต่ให้พืชส่วนหนึ่งได้รับแสงอีกส่วนหนึ่งไม่ได้รับแสง

ในขั้นของการตรวจสอบ ครูควรให้นักเรียนได้วางแผนในการตรวจสอบสมมติฐาน หรือถ้าทำได้ก็ให้ดำเนินการตรวจสอบจนได้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริง ในการนี้นักเรียนจะมีโอกาสอภิปรายเพื่อแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการวางแผน วิธีดำเนินการ ตลอดจนการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีคุณค่า

4. ขั้นสรุปและลงความเห็น เป็นขั้นเพื่อการแปลความหรืออธิบายความหมายของข้อมูล เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้กับสมมติฐานที่วางไว้ ขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ตัดสินว่าจะยอมรับสมมติฐานหรือไม่ หรือควรปรับปรุงสมมติฐานอย่างไร จึงเป็นขั้นที่นักเรียนควรจะได้อภิปรายเพื่อแสดงความคิดเห็นและตัดสินใจอย่างเต็มที่

บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

บทบาทของครู

ครูคือผู้แนะแนวทาง คอยช่วยเหลือนักเรียน และสร้างสถานการณ์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ฉะนั้นครูจึงมีหน้าที่ 3 ประการคือ

1. ป้อนคำถามแก่นักเรียนเพื่อนำไปสู่การค้นคว้า ครูต้องรู้จักการป้อนคำถาม รู้ว่าจะถามอะไรเด็กจึงจะเกิดความคิด ความจำหรือความเข้าใจ และควรตอบคำถามของนักเรียนเป็นบางครั้ง

2. เมื่อให้ปัญหาแล้ว ให้นักเรียนทั้งชั้นอภิปราย วางแผนแก้ปัญหา หรือกำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง เมื่อตกลงได้จึงลงมือปฏิบัติการ

3. ถ้าปัญหายากเกินไป นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาหรือกำหนดวิธีการแก้ปัญหาได้ ครูและนักเรียนอาจร่วมกันแก้ปัญหาค่อยๆ ไป (สุวัฒน์ นิยมคำ 2517 : 127)

นอกจากนี้ สมจิต สมิตพันธ์ (อำนวยการ รุ่งรัตน์ 2525 : 171 - 173 อ้างอิงมาจาก สมจิต สมิตพันธ์ 2519) ได้เสนอแนะและอธิบายบทบาทของครูในการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

1. สร้างบรรยากาศในห้องเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้สึกรอรู้ เช่น แสดงให้เห็นว่า ครูอารมณ์ดี เยือกเย็น เปิดเผย และมีความกระตือรือร้น

2. ใช้กำลังใจแก่นักเรียนแสดงความคิดเห็น กล่าวยกย่องความคิดเห็นของนักเรียน เช่นกล่าวว่า "เป็นความคิดที่ดีมาก" "ความคิดของเธอมีทางเป็นไปได้" แต่อาจมีคำตอบที่ดีกว่าจึงพยายามต่อไป

ถ้าเป็นความคิดเห็นที่ไม่ดี ครูต้องหลีกเลี่ยงคำพูดที่ทำให้นักเรียนเสียกำลังใจ แต่อาจเปลี่ยนเป็นถามนักเรียนกันว่า " มีใครเห็นด้วยกับคำตอบนี้ไหม" "คำตอบของเธอมองเป็นไปได้ แต่ครูไม่เข้าใจจุดที่เธอต้องการ

3. ทบทวนหรือเน้นคำตอบของนักเรียนที่เห็นว่าความคิดเห็นนั้นจะเป็นทางไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง หรือนำไปสู่แนวทางอันใหม่ที่ดีกว่า

4. พยายามจำความคิดของนักเรียนแต่ละคน เพื่อ เชื่อมโยงความคิดเห็นที่สำคัญและแสดงลำดับขั้นของความคิดเห็น ในการนี้ครูควรจะเอ่ยชื่อของเจ้าของความคิดเหล่านั้นด้วย

5. ให้โอกาสแก่นักเรียนทุกคนได้ตอบ หรือแสดงความคิดเห็นอย่างทั่วถึงกัน

6. ชมเชยนักเรียนที่เป็นผู้ฟังที่ดี ที่สามารถติดตามความคิดเห็นของเพื่อน และคอยท้วงติงเมื่อเห็นว่าครูหรือเพื่อนให้ความคิดเห็นที่ไม่ถูกต้องนอกประเด็น

7. ให้เวลาแก่นักเรียนได้คิดหาคำตอบหรือแสดงความคิดเห็น ไม่เร่งให้นักเรียนตอบทันทีที่ครูตั้งปัญหา ในระหว่างที่มีการอภิปรายอาจมีเวลาเงียบสั้น ๆ ประมาณ 5 นาที

8. ครูต้องมีใจกว้าง ถึงแม้ครูจะไม่เห็นด้วยกับคำตอบของนักเรียนก็ไม่ควรปฏิเสธหรือบ่งคับให้นักเรียนตอบอย่างที่ครูต้องการ

บทบาทของนักเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2517 : 6 - 7) ได้เสนอบทบาทของนักเรียนในการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. พยายามค้นพบสิ่งที่เรียนด้วยตนเอง
2. ใช้หลักการต่าง ๆ ใช้ทักษะในการสังเกต การใช้เครื่องมือ การดำเนินการทดลอง การบันทึกข้อมูล การอภิปราย และการสรุป ซึ่งนำไปสู่ความคิดและหลักการที่สำคัญของบทเรียน
3. แสดงความรู้สึกและความคิดเห็นอย่างอิสระและมีเหตุผล
4. ติดตามและทำความเข้าใจกับบทเรียนด้วยตนเอง
5. พูดย ชักถาม หรือโต้แย้งในสิ่งที่นักเรียนเชื่อมั่นและมีเหตุผล

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้

พีล (Gagne' and Brown. 1964 : 201citting Peel. 1968 : 324) ได้ศึกษาการสอนความคิดรวบยอดโดยใช้วิธีสอน 3 แบบคือ การสอนแบบค้นพบด้วยตนเองโดยไม่มีการแนะนำ การสอนแบบแนะให้ค้นพบคำตอบด้วยตนเอง การสอนด้วยการชี้แนะด้วยคำถามตามสถานการณ์เพื่อให้ทราบความคิดรวบยอดด้วยตนเอง และแบบบอกความคิดรวบยอดให้แล้วอธิบายหรือยกตัวอย่าง ผลปรากฏว่ากลุ่มที่สอนแบบแนะให้ค้นพบด้วยตนเองสามารถเรียนรู้ความคิดรวบยอดได้ดีที่สุด

เมเยอร์ (Mayer. 1969 : 451 - 453) ได้ทำการสอนนักศึกษาด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยการเชิญชวนให้คิด (invitation to inquiry) กับวิธีสอนแบบธรรมดา (simple inquiry) ภายหลังการสอนปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดยวิธีสืบเสาะโดยการเชิญชวนให้คิดและกลุ่มที่สอนด้วยวิธีธรรมดาได้คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สตาร์ (Starr. 1972 : 714 - 717) ได้ทำการทดลองสอนโดยใช้เทคนิคการสร้างสถานการณ์มุ่งใจกับการสอนด้วยวิธีธรรมชาติวิชาชีววิทยา ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบใช้เทคนิคการสร้างสถานการณ์มุ่งใจได้คะแนนผลการทดสอบสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีธรรมดา

ดัมเบลตัน (Dumbelton. 1973 : 4692 - A) ได้ศึกษาผลที่มีต่อการเรียนรู้ความคงทนของความรู้ และความสามารถในการถ่ายโยงความรู้ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยจัดบทเรียนออกเป็น 3 ระดับคือ เก่ง ปานกลางและอ่อน และทำการสอนสองแบบคือ การสอนแบบสืบเสาะชนิดแนะแนวทาง (guided inquiry) ซึ่งนักเรียนจะถูกแบ่งเป็นกลุ่มย่อยและเรียนด้วยตนเองจากเอกสารและหนังสือสำหรับอ่านเพื่อเสนอข้อเท็จจริงที่ครูแจกให้ และสอนโดยครูอธิบายให้ฟัง (expository materials) นักเรียนจะได้รับฟังคำบรรยายจากครูฝ่ายเดียว ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการสอนทั้งสองแบบมีผลการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนในระดับเก่งของทั้งสองแบบมีคะแนนการทดสอบหลังเรียนสูงกว่านักเรียนปานกลางและอ่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนระดับเก่งที่ได้รับการสอนโดยการอธิบายมีการถ่ายโยงความรู้ดีกว่า

กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะชนิดแนะแนวทาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คัมเบลตัน ได้เสนอแนะเพิ่มเติมอีกว่า ควรมีการวิจัยแบบนี้อีกโดยใช้หนังสือแบบเรียนเป็นแนวทางในการจัดอภิปรายในห้องเรียน และทดสอบดูผลที่ได้จากการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียนว่าผลจะเป็นอย่างไร

พรพิมล ชาญชัยเขาวีวัฒน์ (พรพิมล ชาญชัยเขาวีวัฒน์ 2525 : 62 - 66) ได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม กับชนิดที่ครูเป็นผู้ถามที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์โดยทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ข้อค้นพบคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนทั้งสองแบบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่ได้รับการสอนทั้งสองแบบมีคะแนนทัศนคติหลังสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนทัศนคติที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนที่ได้รับการสอนชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถามกับชนิดที่ครูเป็นผู้ถามแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการอภิปราย

การอภิปราย (Discussion)

การอภิปรายเป็นการพิจารณา สืบรวจ และตรวจสอบหัวข้อเรื่องที่เรียนหรือปัญหาที่จะหาคำตอบโดยมีการพิจารณาทุกแง่มุม อย่างรอบคอบจากหลายฝ่ายโดยที่ผู้ร่วมอภิปรายทุกคนมีความบริสุทธิ์ใจที่จะได้แจ้งสนับสนุนด้วยเหตุผลและหลักฐาน แทนที่จะใช้การมปะทะกันอย่างการโต้ว่าที่ (สุวัณม์ นิยมคำ 2517 : 157) และจำนง พรายแฉ่มแซ (จำนง พรายแฉ่มแซ 2516 : 53) ก็อธิบายไว้ว่า การอภิปรายหมายถึงการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียนด้วยกัน โดยมีครูเป็นผู้ประสานงานแทนที่ครูจะเป็นฝ่ายตั้งปัญหาครูต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นฝ่ายตั้งปัญหาแล้วร่วมกันตอบปัญหานั้น

การอภิปรายตรงกันข้ามกับการบรรยายเพราะการบรรยายนั้นครูเป็นผู้พูดฝ่ายเดียว ส่วนการอภิปรายนั้นบทบาทส่วนใหญ่อยู่ที่นักเรียน นักเรียนจะตั้งคำถาม ตอบคำถาม ได้แจ้ง และสนับสนุนในกลุ่มของนักเรียนเอง ครูเป็นแต่เพียงผู้สร้างสถานการณ์ สร้างบรรยากาศ

ให้เกิดการถกเถียงกันเท่านั้น นอกจากนี้ครูเป็นผู้คอยแทรกคอยเสริมข้อสรุปหรือประเด็นที่นักเรียนพูดไม่ชัดเจนให้กระจ่างยิ่งขึ้น

จุดมุ่งหมายของการอภิปราย

ศูนย์ศึกษาหลักสูตรชีววิทยา (สมจิต สมิตพันธ์ 2519 อ้างอิงมาจาก BSCS. 1970 : 130 - 136) กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการอภิปรายไว้ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนสามารถค้นพบปัญหาและข้อสรุปด้วยตนเองและพบว่าวิทยาศาสตร์ไม่ใช่สิ่งที่จะเรียนรู้จากสิ่งที่ผู้อื่นได้เรียนรู้ไปแล้ว นักเรียนจะพบว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมที่ท้าทายความคิดและการประดิษฐ์
2. การเข้าร่วมกิจกรรมของนักเรียนจะได้พัฒนาทักษะในการตีความหมายของข้อมูล อาจจะทำให้เกิดการเรียนรู้ เกิดความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ยิ่งขึ้น

หลักการสอนแบบอภิปราย

การสอนแบบอภิปรายถือว่า นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนอีกแบบหนึ่ง ครูผู้สอนอาจใช้เทคนิคการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในการอภิปรายได้ ซึ่งจะต้องวางแผนไว้ล่วงหน้า เช่น การกำหนดจุดประสงค์ที่ต้องการ เพื่อให้สามารถนำนักเรียนอภิปรายในขอบเขต นอกจากนี้ควรมีรายการของคำถามเตรียมไว้ และใช้เวลาในขั้นตอนท้ายของการอภิปราย วิเคราะห์การได้มาซึ่งข้อสรุป ครูควรให้การสนับสนุนชมเชย หรือให้กำลังใจในการเรียนให้มากที่สุด (ธีระชัย บุรณโชติ 2514 : 14)

นอกจากนี้ สุมิตร คุณานุกร (สุมิตร คุณานุกร 2518 : 138) ก็ได้กล่าวถึงการสอนแบบอภิปรายไว้ดังนี้

ลักษณะเด่น : เป็นการอภิปรายซักถามกันระหว่างนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียน เรื่องที่อภิปรายซักถามกัน มักเป็นเรื่องที่กำลังศึกษาอยู่หรือเรื่องที่ได้บรรยายไปแล้ว บางครั้งเป็นการอภิปรายเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหา ไม่ว่าจะเป็นปัญหาทางสังคมหรือปัญหาทางวิชาการก็ได้

- กิจกรรมของครู : มีหน้าที่คอยควบคุมสถานการณ์ของการอภิปราย ครูอาจใช้การบรรยายเข้าสอดแทรกได้บ้าง เพื่อให้เกิดความกระจ่างขึ้นเกี่ยวกับบางเรื่อง และอาจใช้อุปกรณ์การสอนต่าง ๆ ประกอบด้วยได้
- กิจกรรมของนักเรียน : นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย แสดงความคิดเห็น เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดและแสดงความคิดเห็นออกมาด้วยการพูด นักเรียนมักไม่เบื่อง่ายต่อการสอนวิธีนี้ เป็นการเรียนแบบมีส่วนร่วม

ขั้นตอนสำหรับการสอนแบบอภิปราย

สมจิต สวชนไพมูลย์ (สมจิต สวชนไพมูลย์ 2526 : 120 - 121) ได้เสนอไว้ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ

- 1.1 กำหนดรูปแบบของการอภิปราย เช่น จัดให้กลุ่มอภิปรายเป็นแบบกลุ่มย่อยแบบเป็นคณะ หรือแบบโหล่วที่ตามความเหมาะสม
- 1.2 กำหนดหัวข้อหรือปัญหาที่จะอภิปราย
- 1.3 กำหนดวัตถุประสงค์ ขอบข่ายและระยะเวลาของการอภิปราย
- 1.4 ทบทวนบทบาทของผู้อภิปราย เช่น บทบาทของผู้นำอภิปราย ผู้ร่วมอภิปราย
- 1.5 ให้ความรู้ผู้ร่วมอภิปรายเตรียมตัวหรือศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะอภิปราย

อภิปราย

2. ขั้นอภิปราย

- 2.1 ถ้าครูเป็นผู้นำการอภิปราย ครูควรใช้คำถามประเภทที่กระตุ้นให้คิดถามนักเรียนให้ทั่วถึง พยายามอย่าให้นักเรียนคนเดียวคนเดียวแสดงความคิดเห็นแก่เพียงผู้เดียวและครูควรพยายามจัดหาอุปกรณ์และประกอบการอภิปรายตามที่เห็นสมควร พร้อมทั้งการใช้เทคนิคการเสริมแรง เพื่อช่วยส่งเสริมให้นักเรียนกล้าพูด กล้าแสดงความคิดเห็น
- 2.2 ถ้านักเรียนมีบทบาทเป็นผู้นำอภิปราย ครูผู้สอนควรจะต้องคอยดูแลช่วยเหลือให้ผู้อภิปราย ทั้งผู้นำการอภิปรายและผู้ร่วมการอภิปรายให้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นอย่างทั่วถึงและบรรลุจุดประสงค์ของการอภิปราย

3. ขั้นสรุปและอภิปรายผล

- 3.1 ครูชักถามให้นักเรียนช่วยกันสรุปเพื่อสำรวจความสนใจของนักเรียน
 - 3.2 สังเกตการแสดงออกของนักเรียนในด้านความคิดเห็นที่เป็นเหตุเป็นผล
 - 3.3 สังเกตการมีส่วนร่วมของนักเรียนในการแสดงความคิดเห็นของตนเอง
- การสนับสนุนความคิดเห็นของผู้อื่น ความมั่นใจ การพูดชัดเจน และการรู้จักชักถามผู้ร่วมอภิปรายด้วยตนเอง

* ลักษณะของการอภิปรายที่ดี

อำนาจ รุ่งรัชมิ (อำนาจ รุ่งรัชมิ 2525 : 71 - 72) กล่าวว่า การสอนแบบอภิปรายที่ดีต้องมีลักษณะดังนี้

1. ต้องมีวัตถุประสงค์
2. ต้องมีการวางแผนการอภิปราย
3. เลือกหัวข้อหรือปัญหาที่จะอภิปรายอย่างเหมาะสม มีความหมายต่อนักเรียน สอดคล้องกับความรู้พื้นฐานของนักเรียน
4. มีข้อมูลหรือเหตุผลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ มีใช้กล่าวหาความคิดเห็นส่วนตัวลอย ๆ
5. เปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการอภิปราย มีบรรยากาศของความเป็นประชาธิปไตย ทุกคนเคารพเหตุผล แม้ว่าข้อคิดเห็นนั้นจะขัดแย้งกับความคิดเห็นเป็นส่วน
6. มีการสรุปผลการอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อเท็จจริงที่แจ่มชัด
7. มีการประเมินผลการอภิปราย เพื่อสำรวจข้อบกพร่องและหาทางปรับปรุงแก้ไขในโอกาสต่อไป
8. ช่วยฝึกฝนภาษาที่รัดกุม เพราะการที่นักเรียนจะถ่ายทอดความคิดของตนออกมาเป็นคำพูดได้จะต้องใช้ความสามารถทางภาษา
9. ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดและกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองออกมาเป็นคำพูด เป็นการพัฒนาศักยภาพ (cognitive development) ของนักเรียนแต่ละคน

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการอภิปราย

ยุพิน จิรสุขานนท์ (ยุพิน จิรสุขานนท์ 2522 : ง) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง "ภาคตัดกรวย" โดยวิธีสอนแบบอภิปรายกับวิธีสอนแบบบอกให้รู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยวิธีสอนแบบอภิปราย ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และร้อยละ 92.62 ของนักเรียนเห็นว่า การเรียนโดยวิธีสอนแบบอภิปราย ทำให้การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เกิดความพอใจที่ได้ทำงานร่วมกัน และช่วยกันแก้ปัญหา นอกจากนี้นักเรียนร้อยละ 95.24 เห็นว่า การเรียนแบบนี้ช่วยให้มีโอกาสฝึกฝนด้านการตัดสินใจ แก้ปัญหาต่าง ๆ และรู้จักช่วยเหลือตนเองในการเรียน

ถนอมจิตต์ เสนมา (ถนอมจิตต์ เสนมา 2525 : 61) ได้ทำการสอนเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการสอน ผลการสอนสรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบจัดกิจกรรมอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความคิดเห็นของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบจัดกิจกรรมอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ส่วนใหญ่เห็นด้วยกับการเรียนแบบนี้ในระดับปานกลาง มีบางข้อที่เห็นด้วยในระดับมากคือ รู้จักช่วยเหลือตนเองในการเรียน มีโอกาสหาคำตอบด้วยตนเอง กระตุ้นให้ใช้ความคิดขณะเรียน ฝึกการทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ

สุวรรณ สุวรรณเวช (สุวรรณ สุวรรณเวช 2526 : 54) ได้ทดลองสอนแบบซินติเคต วิชาสังคมศึกษาหน่วยสิทธิและหน้าที่ของพลเมืองในสังคมไทย ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยการสอนแบบซินติเคตกับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่สอนตามคู่มือการสอนสังคมศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. การสอนโดยวิธีกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์

กระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ มีความหมายตาม Dictionary of Education (Good. 1959 : 256) ว่า หมายถึง รูปแบบของการปฏิสัมพันธ์กันในกลุ่มหรือวิธีดำเนินงานของกลุ่ม

ทิตินา เทียนเสม (ทิตินา เทียนเสม 2515 : 31) กล่าวว่า กระบวนการกลุ่มสัมพันธ์หมายถึง กระบวนการที่คนตั้งแต่สองคนขึ้นไปมีส่วนร่วมเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ โดยที่ผู้เรียนเป็นผู้เข้าร่วมกิจกรรมของการเรียนรู้ด้วยตนเอง และใช้วิธีวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้เรียน ซึ่งเกิดขึ้นในขณะนั้นเป็นกระบวนการสำคัญในการเรียน

แบรดฟอร์ด (ทิตินา แซมมณี 2525 : 7 อ้างอิงมาจาก Bradford) กล่าวถึงที่มาของการนำเอากระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาใช้เป็นวิธีสอนว่าเกิดจากหลัก 2 ประการ คือ

1. จุดมุ่งหมายที่สำคัญทางการศึกษา คือการให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาพฤติกรรม จุดมุ่งหมายนี้มีความหมายลึกซึ้งและกว้างกว่าการให้ความรู้แต่เพียงอย่างเดียว ดังนั้นการใช้กระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาเป็นวิธีสอนนี้จะเน้นการให้การพัฒนาพฤติกรรมของผู้เรียนในแง่การลงมือปฏิบัติเพื่อการแก้ปัญหามากกว่าการสอนเนื้อหาเพียงอย่างเดียว

2. วิธีที่ดีที่สุดในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ คือการสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีอิสระในการแสดงความรู้สึกลึกซึ้งของตนเองให้กลุ่มได้รับรู้และเปิดเผยตนเองให้มากที่สุด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนเป็นอย่างมาก

จากหลักการที่แบรดฟอร์ดกล่าวไว้นี้ โรเจอร์ (ทิตินา แซมมณี 2522 : 8 อ้างอิงมาจาก Rogers) ได้สร้างทฤษฎีการสอนแบบไม่เน้นครูเป็นผู้นำ หรือที่เรียกว่า การค้นพบด้วยตนเอง

คอเนว (Kornbau. 1977 : 6662 - A) ได้ให้ความหมายของคำว่า discovery ในการเรียนการสอนว่า เป็นวิธีสอนที่นำมาใช้เพื่อเน้นตัวผู้เรียนเป็นหลัก โดยให้นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรม จุดสำคัญอยู่ที่เน้นการเรียนของนักเรียนมากกว่าการสอนของครู นั่นคือ ครูไม่ใช่ผู้สอนตลอดเวลา แต่นักเรียนจะเป็นผู้รู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นเพียงผู้ช่วยเหลือเท่านั้น

สุมิตร คุณานุการ (สุมิตร คุณานุการ 2518 : 141 - 142) ได้กล่าวถึง
หลักของการสอนแบบค้นพบไว้ดังนี้

- ลักษณะเด่น : ผู้เรียนจะเรียนรู้ด้วยตนเอง ภายใต้การดูแลและการแนะนำของครู
วิธีการเรียนรู้ด้วยตนเองนี้ ทำให้โดยการถกเถียงปัญหาต่าง ๆ
ในกลุ่มย่อยเพื่อหาทางแก้ปัญหาที่เป็นประเด็นอยู่
- การจัดกลุ่มนักเรียน : ตามปกติแล้วจัดเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ตามความเหมาะสม
- กิจกรรมของครู : เป็นผู้นำที่จะกระตุ้นให้นักเรียนถกเถียงและกล้าแสดงความคิดเห็น
อภิปราย ให้คำแนะนำ มีการร่วมมือกันระหว่างครูกับนักเรียนใน
การวางแผนที่จะศึกษาหรือค้นคว้าในเรื่องต่าง ๆ
- กิจกรรมของนักเรียน : เป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง จากการค้นคว้า การอภิปราย เขียน
รายงาน มีการวินิจฉัยปัญหาและสาเหตุของปัญหา วิธีการแก้ปัญหา
เหล่านั้น มีการเจือจางความรู้ที่หามาได้โดยการรายงานหน้าชั้น
หรือแจกเอกสารให้สมาชิกคนอื่นอ่าน
- ประโยชน์ : เป็นการช่วยพัฒนาความงอกงามทางด้านสติปัญญา ส่งเสริมนิสัย
ในการวิเคราะห์ข้อมูล และการตัดสินใจในการเลือกวิธีการ
แก้ปัญหา ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักที่จะควบคุมและแบ่งการการทำงาน
ของตนเองได้ ช่วยสร้างนิสัยรักการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง
ต่อไปอย่างไม่หยุดยั้งเมื่อออกจากโรงเรียนไปแล้วฝึกฝนให้ผู้เรียน
สนใจในปัญหาทางสังคมต่าง ๆ เกิดความคิดความเข้าใจสภาพของ
สังคมดีขึ้น

หลักการสอนด้วยกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์

ฉันทนา ภาคบังกช (ฉันทนา ภาคบังกช 2517 : 34 - 36) ได้สรุปรวบรวม
หลักการสอนตามทฤษฎีกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ของเยาวพา เคชะคุปต์ ไว้ดังนี้

1. การตั้งจุดมุ่งหมายของการสอน เป็น 2 ด้านคือ
 - 1.1 จุดมุ่งหมายทั่วไปเพื่อส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียนทั้งสามด้าน คือ
ความรู้ในเนื้อหาวิชา ด้านคุณธรรม และด้านทักษะ

1.2 จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมซึ่งกำหนดโดยชัดเจน จะให้ผู้เรียนทำพฤติกรรมอะไร ในสภาพการณ์อย่างไร และต้องการให้ปรากฏผลได้อย่างไร

2. การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ควรเป็นประสบการณ์ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ด้วยตนเองโดยลงมือทำ ซึ่งมีแนวโน้มการจัดดังนี้

2.1 เป็นกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตนเองโดยมีส่วนร่วมทั้งทางร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา

2.2 แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อย

2.3 กำหนดขั้นกิจกรรมดังนี้

2.3.1 กิจกรรมขั้นเริ่มต้น เป็นการเตรียมล่วงหน้าโดยครูจะเป็นผู้เตรียมด้านสถานที่ การแบ่งกลุ่ม วิธีทำงาน กติกาหรือกฎเกณฑ์การทำงาน ระยะเวลาในการทำกิจกรรม และเปิดโอกาสให้ซักถามข้อสงสัยก่อนที่จะลงมือทำงาน

2.3.2 กิจกรรมขั้นปฏิบัติ อาจใช้กิจกรรมการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

- การอภิปราย
- การตั้งคำถาม
- การสร้างสถานการณ์จำลอง

ฯลฯ

กิจกรรมเหล่านี้มีผลส่งเสริมการคิดแบบสืบสวนสอบสวน (inquiry) และการแก้ปัญหา (problem-solving) ในการจัดกิจกรรมควรฝึกหลักให้ผู้เรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการเรียน กิจกรรมที่กระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงอารมณ์ ความรู้สึก และให้ค้นพบหลักการเรียนรู้ด้วยตนเอง และมีความสัมพันธ์กับผู้อื่นมากที่สุด

3. การวิเคราะห์ประสบการณ์ การเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถทางสติปัญญา และมนุษยสัมพันธ์ ในการเรียนรู้ด้วยการลงมือกระทำด้วยตนเอง ผู้เรียนจะเกิดความรู้สึกซึ่งจะทำให้เกิดการรับรู้ ท้ายประสบการณ์ และสติปัญญาของแต่ละคน ดังนั้นเพื่อให้เกิดการเรียนรู้กว้างขวาง มีการรับรู้ที่ตรงกัน จึงให้มีการอภิปรายเพื่อวิเคราะห์ประสบการณ์การเรียนรู้แบ่งออกเป็น

3.1 การวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้ และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่ม (learning process analysis) ด้วยการอภิปรายถึงความคิด วิธีการทำงาน ความรู้สึกเกี่ยวข้องกับพฤติกรรม ปฏิสัมพันธ์และการทำงานของกลุ่มเพื่อช่วยให้เข้าใจตนเองจนสามารถปรับปรุงบุคลิกภาพและพฤติกรรมตลอดจนเสริมสร้างแนวคิดและค่านิยมของคนที่เหมาะสมยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาด้านมนุษยสัมพันธ์และความเป็นผู้นำอีกด้วย

3.2 การวิเคราะห์ด้านเนื้อหา เป็นการพิจารณาเนื้อหาาร่วมกัน โดยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสิ่งที่ได้รับจากการเรียนในด้านเนื้อหา เพื่อให้ได้เนื้อหาที่สมบูรณ์และเหมาะสม

4. การประยุกต์ใช้และสรุป (application in real life) เป็นการเชื่อมโยงแนวคิดของแต่ละคนให้ผสมผสานกัน และหาแนวทางในการนำเอาหลักการที่ได้ไปประยุกต์ใช้ให้เข้ากับตนเองและผู้อื่น

5. การประเมินผล (evaluation) ช่วยให้ทราบว่าการเรียนการสอนได้ผลตรงตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้เพียงใด การประเมินผลการเรียนของนักเรียนควรได้มีการประเมินทั้งในด้านเนื้อหาวิชาที่เรียน และด้านความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่ม

ประการ โสฬ์ทองคำ และคนอื่น ๆ (ประการ โสฬ์ทองคำ และคนอื่น ๆ 2522 : 61 - 62) ได้กล่าวถึงหลักการวัดผลประเมินผลการเรียนการสอนแบบกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ ดังนี้

1. การสังเกต ควรสังเกตการทำงาน กระบวนการทำงาน พฤติกรรมของสมาชิกในกลุ่ม บทบาทผู้นำ ผู้ตามในกลุ่ม ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของกลุ่มให้มากกว่าที่จะเพ่งเล็งไปในแง่ของผลงาน

2. ชักถาม จะต้องชักถามสมาชิกหรือนักเรียนให้ทั่วถึง คำถามเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดค้นเพื่อแก้ปัญหาาร่วมกันแทนการเน้นเป็นรายบุคคลแต่อย่างเดียว

3. ให้ทำกิจกรรม กิจกรรมที่ให้นักเรียนทำมีหลายลักษณะ เช่น การแสดงบทบาทสมมติ การอภิปราย การรายงาน การค้นคว้า การจัดป้ายนิเทศ

หลักการจัดกลุ่มนักเรียน

จากผลงานวิจัยของ เนทแก้ว สุทรเกศ (เนทแก้ว สุทรเกศ 2518 : 11 - 13) วรรณ ทวงชัยปิติ (วรรณ ทวงชัยปิติ 2519 : 21 - 24) อวยชัย โชคบุญยสิทธิ์ (อวยชัย โชคบุญยสิทธิ์ 2525 : 9 - 11) และพิบูล รื่นเรงใจ (พิบูล รื่นเรงใจ 2527 : 21) สรุปหลักการจัดกลุ่มไว้ดังนี้

การจัดกลุ่ม จัดแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ แต่ละกลุ่มมีสมาชิกตั้งแต่ 5 - 7 คน แต่ 5 คนเหมาะสมที่สุด ถ้าน้อยกว่า 5 คน ขนาดของกลุ่มจะเล็กเกินไป กลุ่มที่มีขนาดเป็นเลขคู่จะมีแนวโน้มไม่ค่อยได้ผลเหมือนกลุ่มที่มีขนาดเป็นเลขคี่ เช่น 5 คนหรือ 7 คน สมาชิกของแต่ละกลุ่มจะได้รับการจัดสรรตำแหน่ง หน้าที่ และความรับผิดชอบตามความเหมาะสม และสิ่งที่ควรคำนึงในการแบ่งกลุ่มย่อยคือ

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของสมาชิกแต่ละคน
2. ความสามารถในการพูดของสมาชิกแต่ละคน
3. วุฒิภาวะทางอารมณ์ของผู้เรียน
4. ความสม่ำเสมอในการเข้าเรียน
5. จุดมุ่งหมายในการเรียนของแต่ละคน
6. ความสามารถในการอ่าน
7. เพศ
8. วัย

งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์

นันทนา เทพบริรักษ์ (นันทนา เทพบริรักษ์ 2518 : จ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์หน่วย "พลังงาน" โดยวิธีกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ และวิธีสอนแบบธรรมดาในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลปรากฏว่า เมื่อนักเรียนเรียนด้วยวิธีสอนแบบกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์แล้ว นักเรียนมีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีพัฒนาการด้านมนุษยสัมพันธ์เปลี่ยนไปในทางที่ดีขึ้นกว่าการเรียนการสอนด้วยวิธีธรรมดา

กมลทิพย์ กลสิการ (กมลทิพย์ กลสิการ 2523 : 45 - 46) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการสอนแบบวิธีการบวนการกลุ่มสัมพันธ์กับการสอนปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มทดลองมีความคิดเห็นที่ดีต่อการเรียนแบบกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์

พิบูล รื่นเรใจใจ (พิบูล รื่นเรใจใจ 2527 : 72) ได้ศึกษาผลการสอนโดยกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการสอบถามความคิดเห็นพบว่า นักเรียนมีความชอบในการเรียนด้วยวิธีกลุ่มสัมพันธ์นี้มากกว่าและมีแนวโน้มที่จะสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

4. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การแก้ปัญหา (problem-solving)

ความสามารถในการแก้ปัญหานั้นลักษณะอย่างหนึ่งที่จะต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอ แม้ว่าครูไม่อาจจะฝึกฝนให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาวินิจฉัยอย่างเดียวกับที่เราฝึกให้เด็กเล่นดนตรี แต่การให้เด็กมีโอกาสฝึกฝนอยู่เสมออันยอมเป็นประโยชน์แก่เด็กอย่างแน่นอน วิธีการต่าง ๆ ที่ครูจะช่วยฝึกให้เด็กมีความสามารถในการแก้ปัญหา มังกรทองสุขดี (มังกร ทองสุขดี 2522 : 5 - 10) กล่าวว่า มีดังนี้

1. ฝึกให้เด็กทำงานอยู่เสมอ (the persistency process) วิธีการแบบนี้ เป็นวิธีการที่ใช้กันมานาน เป็นวิธีการที่มีประโยชน์อยู่เสมอ การทำงานช่วยให้เรามีประสบการณ์เพิ่มขึ้นย่อมจะช่วยให้เรามีแนวทางในการแก้ปัญหามากขึ้น ในการสอนวิทยาศาสตร์นั้นครูและนักเรียนจะต้องเผชิญปัญหาลงมือตลอดเวลา

2. ฝึกให้เด็กมีการทดสอบอยู่เสมอ (the testimonial process) บางครั้งครูอาจกำหนดปัญหาให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบโดยแนะให้นักเรียนกระทำกิจกรรมบางอย่างหรือการแสดงการสาธิตเพื่อให้นักเรียนหาคำตอบให้ได้ นักเรียนที่มีโอกาสฝึกการ

แก้ปัญหาอยู่เสมออันอาจหาแนวทางต่าง ๆ ช่วยได้เป็นอย่างดี การสอนเนื้อหาวิชาบางครั้งครูไม่อาจทำการทดลองได้ เช่น การวัดระยะทางจากโลกกับดวงดาวในท้องฟ้า ก็ให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยการทดสอบค้นคว้าจากแหล่งวิชาการต่าง ๆ

3. ฝึกให้เป็นผู้มีเหตุผลแก่ตนเอง (the innate process) การฝึกแบบนี้เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง บางครั้งอาจจะเป็นการเชื่อแบบมีลางสังหรณ์ (intuition) ซึ่งเป็นสัญชาตญาณของคน มีผลงานของนักวิทยาศาสตร์หลายอย่างที่เกิดจากลางสังหรณ์เช่น Schwab ได้ค้นพบจุดดับในดวงอาทิตย์

4. ใ้รู้จักการวิจารณ์ (critical thinking) จอนห์ คิวอี้ นักการศึกษาผู้มีชื่อเสียงได้กำหนดวิธีการแก้ปัญหาโดยการวิเคราะห์ วิเคราะห์ปัญหานั้นออกเป็นขั้น ๆ ดังนี้

- ก. การกำหนดปัญหา
- ข. รวบรวมข้อเท็จจริง
- ค. ตั้งสมมติฐาน
- ง. ทดสอบสมมติฐาน
- จ. ประเมินผล

การแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ได้รับความนิยมมาก เพราะช่วยให้เราแก้ปัญหาดifferent ๆ ได้อย่างกว้างขวาง สามารถนำไปใช้ได้กับทุกสาขาวิชา บางทีเรียกวิธีนี้ว่า การแก้ปัญหาโดยวิธีวิทยาศาสตร์ (the scientific method) หรือวิธีการใช้ปัญญา (the method of intelligence)

วิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ ครูควรฝึกให้นักเรียนใช้อยู่เสมอ เพราะสามารถจะนำไปใช้ในอนาคตอีกด้วย นอกจากนั้นครูควรจะได้แนะนำหรือหาทางช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดหรือกระทำในเรื่องเหล่านี้ โดย

- 4.1 ฝึกให้รู้จักการวิเคราะห์-สังเคราะห์
- 4.2 ฝึกให้รู้จักออกความเห็น (suggestion)

การฝึกหรือกระตุ้นยั่วยุให้นักเรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นอยู่เสมอ นั้น จะเป็นการช่วยให้ให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดของตนเอง เพราะการคิดจะช่วยทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนดีขึ้น ดีกว่าการจะฝึกให้นักเรียนใช้แต่ความจำอย่างเดียวครูจะต้องคอยช่วยเหลือนักเรียน

อยู่เสมอเพราะนักเรียนอาจจะออกความเห็นในสิ่งที่ไม่ถูกต้องมากนักก็ได้

นอกจากนี้ ทบวงมหาวิทยาลัย (ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 232 - 234)

ยังได้กล่าวว่าขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่อาจแจกแจงได้มากหรือน้อยกว่า 4 ขั้นตอนก็ได้ แล้วแต่ความละเอียดในการแบ่งและทบวงมหาวิทยาลัยก็ได้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนคือ

1. การระบุปัญหา สิ่งที่สำคัญในขั้นนี้ก็คือ ความสนใจที่มีต่อสิ่งที่พบเห็น ซึ่งเกิดเนื่องจากความอยากรู้อยากเห็น และทักษะในการสังเกต
2. การตั้งสมมติฐาน เป็นการคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ ซึ่งในทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า สมมติฐาน
3. การทดลอง เป็นการกำหนดวิธีการแก้ปัญหา โดยอาศัยทักษะในการควบคุมตัวแปร การสังเกต และเจตคติทางวิทยาศาสตร์
4. การสรุปผลการทดลอง เป็นการแปลความ อธิบายความหมายของข้อมูล เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้กับสมมติฐานที่ตั้งไว้

เมื่อนักวิทยาศาสตร์มีความสนใจหรือพบเห็นปัญหาที่เขาต้องการคำตอบหรือคำอธิบายในขั้นแรกเขาจะต้องชี้แจงปัญหาและตั้งสมมติฐาน จากนั้นก็ต้องกำหนดวิธีการแก้ปัญหา สังเกตหรือทดลองเกี่ยวกับเรื่องราวนั้น ๆ แล้วนำการสังเกตหรือทดลองจนได้ข้อเท็จจริงต่าง ๆ รวบรวมไว้เป็นผลสรุปของการทดลองหรือคำตอบของปัญหาดังกล่าว ในการดำเนินการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skills)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาค้นคว้ามีหลายทักษะ (ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 59) ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการคำนวณ
4. ทักษะการจำแนกประเภท
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมีติดกับมีติ และมีติดกับเวลา
6. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

7. ทักษะการสื่อความหมาย
8. ทักษะการทำนาย
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
10. ทักษะการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ
11. ทักษะการควบคุมตัวแปร
12. ทักษะการทดลอง
13. ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและสรุปผล

ในการวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษากระบวนการ 9 ทักษะด้วยกันคือ

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการจำแนกประเภท
3. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
4. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
5. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
6. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
7. ทักษะการกำหนดและความคุมตัวแปร
8. ทักษะการทดลอง
9. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ความหมายของแต่ละกระบวนการ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพอจะสรุปความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 9 ทักษะได้ดังนี้ (กิ่งฟ้า สันธวงษ์ และคนอื่นๆ 2525 : 11 - 18)

1. ทักษะการสังเกต (observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกตเป็นเครื่องตัดสิน ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งได้เป็น 3 อย่างคือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

2. ทักษะการจำแนกประเภท (classifying) หมายถึง การจัดแบ่งประเภทกลุ่มหรือชนิดของสิ่งของหรือปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง ซึ่งอาจเป็นความเหมือนแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

3. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (organizing and communication data) หมายถึง การนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง มาจัดกระทำใหม่โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหาความถี่ การจัดเรียงลำดับ การจัดจำแนกประเภท การคำนวณหาค่าใหม่ ฯลฯ

การสื่อความหมายข้อมูลคือ การนำข้อมูลที่จัดกระทำขึ้นมาเสนอหรือแสดงให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายข้อมูลนั้น ๆ อาจนำเสนอในรูปของ ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไคอะแแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย หรือย่อความพอสังเขป เป็นต้น

4. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (inferring) หมายถึง การอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล หรืออาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

4.1 ลงข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ แต่ละอย่างที่เกิดขึ้นโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นเครื่องตัดสิน เช่น มีความรู้เดิมว่า เกลือเป็นสีขาว เมื่อเห็นสารสีขาวก็บอกว่า เป็นเกลือทันที

4.2 ลงข้อสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น พบว่าปลาในอ่างเลี้ยงปลาตาย ก็สรุปทันทีว่าเป็นเพราะมีเชื้อราเกิดขึ้นในอ่างน้ำเลี้ยงปลาทั้งที่ยังไม่รู้สาเหตุที่แท้จริงว่าคืออะไร แต่เป็นเพราะกะนั้นมอดหรือมีประสบการณ์เดิมมาก่อนซึ่งความเป็นจริงอาจจะเนื่องจากสาเหตุอื่นก็ได้ ถ้าจะพิสูจน์หาข้อเท็จจริงแล้วก็ต้องตั้งสมมติฐานของปรากฏการณ์นั้น ๆ ก่อนแล้วจึงทำการทดลองหาข้อมูลเพื่อสรุปผลต่อไป

5. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis) หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของตัวแปรล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลอง โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิม เช่น ในสิ่งแวดล้อมปัจจุบันพบว่า ตามบ้านเรือนมักจะมีนกมาทำรังอาศัยอยู่มากขึ้นแทนที่จะทำรังอยู่ตามต้นไม้ อาจตั้งเป็นสมมติฐานได้ว่า "ถ้าปลูกต้นไม้เพิ่มขึ้นจำนวนนกที่จะมาอาศัยอยู่ตามอาคารบ้านเรือนจะลดลง"

6. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defying operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายหรือขอบเขตของตัวแปรหรือค่าต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทำการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐานนั้น ๆ) ให้สามารถทำการทดลองได้ เป็นที่เข้าใจตรงกัน เช่น ข้อความที่นำไปปฏิบัติได้ตรงกันคือ การขับรถด้วยความเร็ว 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

7. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variable) หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ในสมมติฐานหนึ่ง ๆ ตัวแปรอิสระคือ ตัวแปรที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดผลหรือตัวแปรที่เราต้องการทดลองดูว่าก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ ตัวแปรตามคือตัวแปรที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอิสระ เมื่อตัวแปรอิสระเปลี่ยนไปตัวแปรตามก็จะแปรตามไป

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องแต่ยังไม่ต้องการศึกษา เช่น เมื่อต้องการศึกษาว่า การนำความร้อนขึ้นอยู่กับวัตถุที่เป็นสื่อหรือไม่ ก็อาจตั้งสมมติฐานว่า วัตถุที่นำมาใช้เป็นสื่อในการนำความร้อนต่างกันจะมีความสามารถในการนำความร้อนได้ไม่เท่ากัน

วัตถุต่าง ๆ ที่เป็นสื่อ เป็นตัวแปรอิสระ

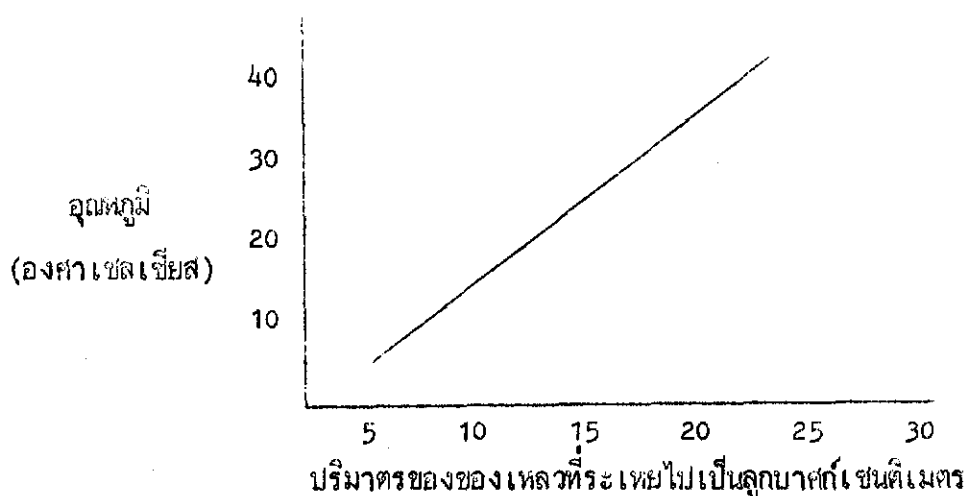
ความสามารถในการนำความร้อน เป็นตัวแปรตาม

ส่วนตัวแปรอื่น ๆ ที่ควบคุมไม่ได้แก่ ตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่ยังไม่ต้องการศึกษา เช่น ความร้อน หรืออุณหภูมิที่กำหนดให้ในการทดลอง และเวลา เป็นต้น

8. ทักษะการทดลอง (experimenting) หมายถึง การทดสอบสมมติฐาน โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ การเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมและใช้ได้อย่างถูกต้อง การรวบรวมข้อมูลที่ให้จากการทดลอง การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป ทั้งนี้หมายความว่า ผู้ที่จะมีทักษะในการทดลอง ต้องมีความสามารถในการใช้ทักษะอื่น ๆ เพื่อปฏิบัติการทดลองได้อย่างเหมาะสม และอาจหมายรวมถึงการปรับปรุงแก้ไขหรือตั้งสมมติฐานใหม่เมื่อผลการทดลองไม่เป็นไปตามที่คาดหวังไว้

9. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (interpreting data and making conclusion)

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการบรรยายลักษณะหรือสมบัติของตัวแปรหรือข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจจะนำเสนอในรูปของ กราฟ ตาราง และอื่น ๆ เช่น ผลการทดลองเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและการระเหยของของเหลว ปรากฏดังนี้ (โดยควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง)



ภาพประกอบ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและการระเหยของของเหลว

การตีความหมายข้อมูลจากกราฟ กราฟข้างบนนี้แสดงให้เห็นว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาตรของของเหลวที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้จะระเหยได้เพิ่มขึ้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง เช่น กราฟข้างบนนี้ ทำให้ลงข้อสรุปได้ว่า การระเหยของของเหลวขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ

การเรียนการสอนกับความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหานั้นของแต่ละบุคคลนั้น จะแตกต่างกันออกไปเพราะคนเรา จะมีความสามารถในการแก้ปัญหานั้นได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับว่าบุคคลนั้นมีระดับสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ ตลอดจนได้รับการสนใจหรือไม่เพียงใด ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญต่อ

ความสามารถในการแก้ปัญหา และเราจะเห็นว่าวิธีการแก้ปัญหานั้น ไม่มีขั้นตอนตายตัวเสมอไป ทั้งนั้นการเรียนการสอนจึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาปัจจัยต่าง ๆ อันที่จะส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนดีขึ้น ดังเช่น

โกลด์สไตน์ (Goldstein. 1949 : 233 - 239) ได้กล่าวว่าครูควรสอน การแก้ปัญหาโดยตรงแก่นักเรียน ซึ่งควรจะมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะช่วยให้นักเรียนได้รู้จักคิด รู้จักพิสูจน์เพื่อหาข้อสรุปและให้นักเรียนมองเห็นคุณค่าของการแก้ปัญหา

แกรเออร์ (Gaier. 1953 : 138 - 141) กล่าวว่า ในการแก้ปัญหานั้น จำเป็นต้องอาศัยข้อเท็จจริง แต่ข้อเท็จจริงเพียงอย่างเดียวไม่เป็นการเพียงพอในการแก้ปัญหา จำเป็นต้องรู้จักสังเกตพิจารณาคัดเลือกหาแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา การสอนที่บอกแนวทางและข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหานั้นไม่สามารถช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ ครูควรฝึกให้นักเรียนรู้จักสังเกตและหาแนวทางในการแก้ปัญหด้วยตนเอง

ดเรสเซล (Dressel. 1955 : 418 - 420) กล่าวว่า การแก้ปัญหานั้น เป้าหมายสำคัญของการศึกษาในทุกสาขาวิชา การแก้ปัญหเป็นส่วนหนึ่งที่มีอิทธิพลในระหว่างหลักสูตรต่าง ๆ การแก้ปัญหเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญและจำเป็นสำหรับการศึกษาในโรงเรียนทั่วไป การแก้ปัญหามิใช่ส่วนหนึ่งเพราะการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น

สโตร์เบอร์ค (Stollburg. 1956 : 225 - 228) ให้ความเห็นว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นและวิธีการแก้ปัญหานั้น ผู้แก้ปัญหาแต่ละคนย่อมมีลักษณะเฉพาะเอกลักษณ์ การแก้ปัญหาก็จะไม่เหมือนกัน การแก้ปัญหามิใช่ขั้นตอนที่แน่นอนตายตัวและไม่เป็นลำดับขั้น อาจสลับก่อนหลังหรือบางขั้นตอนไม่มีก็ได้ นอกจากนั้นการแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับ

1. ประสบการณ์ของแต่ละบุคคล
2. วุฒิภาวะของสมอง
3. สภาพการเห็นแตกต่างกัน
4. กิจกรรมและความสนใจของแต่ละคนที่มีต่อปัญหานั้น

เบเกอร์ (Baker. 1960 : 153 - 155) เห็นด้วยกับโกลด์สไตน์ ที่ว่าครูควรสอนให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยการปรับปรุงเทคนิคในการสังเกต การอภิปราย การวางแผนงาน และพยายามส่งเสริมให้นักเรียนมีประสบการณ์เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

กานเย (Gagne'. 1970 : 63) ได้อธิบายถึงความสามารถทางด้านการคิด แก้ปัญหาว่า เป็นรูปแบบของการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่ 2 ประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนั้นผสมผสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่า ความสามารถทางด้านการแก้ปัญหา โดยการเรียนรู้ประเภทหลักการนี้ ต้องอาศัยหลักการเรียนรู้สิ่งกับเป็นพื้นฐานของการเรียน การเรียนรู้ประเภทนี้ กานเย ได้ อธิบายว่าเป็นการเรียนรู้อีกประเภทหนึ่งที่ต้องอาศัยความสามารถในการมองเห็นลักษณะ ร่วมกันของสิ่งเร้าทั้งหมด

โครงสร้างของความสามารถในการแก้ปัญหา

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 313) กล่าวว่า ความสามารถด้านการคิด แก้ปัญหา เป็นผลที่เกิดจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมิติทั้งสามในโครงสร้างทางสติปัญญา สำหรับ คิวอี้ (Guilford. 1971 : 130) เห็นว่ากระบวนการในการแก้ปัญหานั้นควรประกอบด้วย กระบวนการต่าง ๆ 5 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียมการ (preparation) หมายถึง ขั้นในการตั้งปัญหาหรือค้นหา ปัญหาว่า ปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้น ๆ คืออะไร
2. ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา (analysis) หมายถึง ขั้นในการพิจารณาว่ามีสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุที่สำคัญของปัญหาหรือสิ่งใดที่ไม่ใช่สาเหตุที่สำคัญของปัญหา
3. ขั้นในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (production) หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหามาให้ตรงสาเหตุของปัญหาแล้วเสนอออกมาในรูปวิธีการ ผลสุดท้ายจะได้ผลลัพธ์ออกมา
4. ขั้นตรวจสอบ (verification) หมายถึง ขั้นในการเสนอเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีแก้ปัญหา ถ้าเห็นว่าผลลัพธ์นั้นยังไม่ใช่ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง ก็ต้องมีการเสนอวิธีแก้ปัญหานี้ใหม่ จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด
5. ขั้นในการนำไปประยุกต์ใหม่ (reapplication) หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหามาใช้ใหม่ในโอกาสต่อไปเมื่อพบกับเหตุการณ์ที่เป็นปัญหาที่คล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยพบมาแล้ว

การมองความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหาในลักษณะ เป็นขั้นตอนของการคิด
 นั้นว่ามีประโยชน์ต่อการคิดแก้ปัญหา ซึ่งกิลฟอร์ด (Guilford. 1971 : 104) ได้ศึกษา
 ความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา (the structure of intellect)
 กับขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาของทิวอี้ ได้สรุปว่า ขั้นตอนในการวิเคราะห์ปัญหามีความสัมพันธ์กับ
 ความสามารถทางด้านการรู้ (cognition) ขึ้นในการเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์
 เกี่ยวข้องกับการคิดแบบเอกนัย และแบบไดเกนัย (convergent and divergent
 thinking) ส่วนขั้นตอนในการตรวจสอบผลลัพธ์มีความสัมพันธ์กับความสามารถทางด้าน
 การประเมินค่า (evaluation)

ขั้นตอนการคิดแก้ปัญหา

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ 2520 : 4 - 5) ได้กล่าวถึง
 กระบวนการในการคิดแก้ปัญหา หรือวิธีดำเนินการการคิด หรือการแสวงหาวิถีทางเพื่อแก้ปัญหา
 ให้ได้ผล โดยใช้หลัก system approach นั้นมีระบบการคิดเป็นขั้น ๆ ดังต่อไปนี้

1. ขั้นนิยามปัญหา เป็นการศึกษ วิเคราะห์ วิพากษ์ วิจารณ์ ให้รู้ถ่องแท้เสียก่อน
 ว่า ปัญหาที่ต้องการแก้ไขนั้นคืออะไรกันแน่ ถ้าเราไม่รู้จักตัวปัญหาที่แท้จริงแล้วก็จะทำให้การ
 ทำงานของเราปราศจากความมุ่งหมาย ไม่รู้ว่าจะทำงานเพื่ออะไร
2. ขั้นตั้งวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดเป้าหมายเพื่อกำหนดปัญหานั้น ๆ ว่า
 จะให้ผลสัมฤทธิ์ผลทางด้านใด เป็นปริมาณมากน้อยเพียงใด และมีคุณภาพสูงต่ำเพียงใด
 ต้องเขียนให้แจ่มแจ้ง ชัดเจน สามารถมองเห็นภาพการกระทำได้
3. ขั้นสร้างเครื่องมือไว้ตรวจผลลัพธ์
4. ขั้นเลือกหาวิธีการปฏิบัติ เป็นการมองแนวทางในการปฏิบัติหลาย ๆ แนวทาง
 มองแนวทางอย่างใจกว้างและเป็นธรรม พิจารณาข้อดีข้อเสียและข้อจำกัดต่าง ๆ
5. ขั้นเลือกวิธีที่ดีที่สุดมาดำเนินงาน
6. ขั้นการทดลอง
7. ขั้นการวัดและประเมินผล
8. ขั้นการปรับปรุงและการขยายการปฏิบัติงาน

พยอม ตันมณี (พยอม ตันมณี 2524 : 95 - 98) ได้แบ่งชั้นการแก้ปัญหาไว้ 4 ชั้นตามแนวกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้คือ

1. ชั้นนิยามปัญหา
2. ชั้นวิเคราะห์สาเหตุแห่งปัญหา
3. ชั้นรวบรวมวิธีการแก้ปัญหา
4. ชั้นวิเคราะห์ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากวิธีการที่เสนอในการแก้ปัญหานั้น

จากแนวความคิดเรื่องการสอนแบบสืบสวนสอบสวนหรือการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้สรุป ขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่จะให้นักเรียนออกหรือตอบคำถามในแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็น 4 ลักษณะ ดังนี้คือ

1. ชั้นนิยามหรือระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาที่สำคัญที่สุดภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
2. ชั้นวิเคราะห์สาเหตุแห่งปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกได้ว่าสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ของปัญหาคืออะไร จากข้อเท็จจริงตามสถานการณ์ที่กำหนดให้
3. ชั้นกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการหาข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำไปซึ่งวิธีการแก้ปัญหา
4. ชั้นวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหานั้น หมายถึง ความสามารถในการอธิบายได้ว่าผลที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุไว้มากน้อยเพียงใด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ไนท์ และ มิคเคสัน (พยนต์ แสงเดช 2525 : 38 อ้างอิงมาจาก Knight & Mickelson. 1949) ได้เปรียบเทียบผลการสอน 2 แบบคือ แบบเน้นปัญหา และแบบเน้นเนื้อหาวิชาว่าแบบใดจะดีกว่ากันในเรื่องการรับรู้ข้อเท็จจริง และการแก้ปัญหา ผลปรากฏว่ากลุ่มเน้นปัญหาคือดีกว่าในเรื่องวิธีการแก้ปัญหาและดีกว่าในเรื่องการเรียนรู้ข้อเท็จจริง

เมอร์ดิท (Meridith. 1962 : 3550 - A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการจัดเนื้อหาวิทยาศาสตร์สองแบบ โดยศึกษากลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาจำนวน 42 คน แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งทั้งสองกลุ่มต่างก็มีเพศอายุ คะแนนความสามารถในการเรียนและคะแนนสอบครั้งแรกของการแก้ปัญหาวินิจฉัยทางวิทยาศาสตร์อยู่ในเกณฑ์เดียวกัน นักเรียนกลุ่มทดลองเรียนเนื้อหาที่จัดโดยคำนึงถึงสิ่งที่นักเรียนและกลุ่มควบคุมเรียนเนื้อหาตามปกติ ผลจากการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการแก้ปัญหาวินิจฉัยทางวิทยาศาสตร์มีสหสัมพันธ์อย่างสูงกับความรู้ที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริง และหลักการทางวิทยาศาสตร์

มาฮาน (Mahan. 1963 : 1097 - 1098 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการใช้วิธีสอน 2 วิธีคือ การสอนโดยการแก้ปัญห (Problem-Solving) กับ การบรรยายประกอบการอภิปราย (Lecture - Discussion) ในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญห ทักษะคิด ความสนใจ และการปรับตัว พบว่า

1. ไม่พบความแตกต่างในการพัฒนาทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
2. การสอนโดยวิธีแก้ปัญห จะสร้างความงอกงามทางด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การนำไปใช้ และทักษะในการแก้ปัญห โดยเฉพาะเด็กที่มีสติปัญญาต่ำ
3. การสอนโดยการแก้ปัญห จะสร้างความสนใจได้ดีเยี่ยม
4. การสอนโดยการแก้ปัญห จะสร้างความสนใจทางด้านช่างกลแก่เด็กที่มีสติปัญญาต่ำเป็นอย่างดี
5. การสอนโดยวิธีการแก้ปัญห สร้างความงอกงามด้านการปรับตัวและทัศนคติแก่นักเรียนทั้งสองเพศได้เป็นอย่างดี
6. นักเรียนมีความงอกงามด้านความรู้ ทักษะด้านแก้ปัญหและความสนใจด้านวิทยาศาสตร์เกินกว่าที่คาดไว้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเด็กชาย

จอห์นส์ (Johns. 1966 : 994 - 995 - A) ได้ศึกษาผลการเรียนของนักเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไปเกรด 8 จากการใช้วิธีการสอนสองวิธี โดยแบ่งเป็นสองกลุ่ม กลุ่มละ 56 คน ชาย 17 คน หญิง 29 คน ทั้งสองกลุ่มมีความถนัดทางการเรียนและความสามารถ

ในการอ่านพอ ๆ กัน กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบบรรยาย แบบสาธิตให้มีส่วนร่วมในการทดลอง และทำการบ้านตามที่ครูกำหนดให้ กลุ่มทดลองให้เรียนโดยวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีแต่เพียงเอกสารแนะนำที่ครูแจกให้ ซึ่งจะแนะนำกิจกรรมที่นักเรียนจะเลือกนำไปปฏิบัติ อันจะก่อให้เกิดความรู้ ข้อเท็จจริง และมีโนภาพด้วยตนเอง ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลการแก้ปัญหา หักคณิตต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะในการเรียนดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มควบคุมดีกว่ากลุ่มทดลองในด้านเนื้อหา

เกบริลลี (Gabrielli. 1972 : 5650) ได้ศึกษาถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาครูในมหาวิทยาลัย ซีราคิวส์ (Syracuse) จำนวน 50 คน โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 3 กลุ่ม ตามความสามารถในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหานักศึกษามีความสัมพันธ์ทางบวกกับความรู้ ประสบการณ์ การฝึกหัด ระดับการศึกษาและประสิทธิภาพในการติดต่อสื่อสารกับผู้อื่น แต่ความสามารถในการแก้ปัญหาไม่มีค่าความสัมพันธ์กับทัศนคติต่อการศึกษารวมไป

นอร์ทัน (Norton. 1972 : 204 - A) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 4, 5, 6 จำนวน 27 คน โดยคัดเลือกจากโรงเรียนต่าง ๆ หลายโรงเรียนในเมืองออสติน (Austin) รัฐเท็กซัส (Texas) ที่ระดับ I.Q. 80 - 147 I.Q. เฉลี่ย 116 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 12.4 อายุเฉลี่ย 127.2 เดือน ในการศึกษาครั้งนี้ความสามารถในการแก้ปัญหามีจากรายการคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบการแก้ปัญหาซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ตอน คือ

1. นิเทศเข้าสู่ปัญหาหรือทำความเข้าใจกับปัญหา
2. ชี้แจงปัญหาหรือกำหนดปัญหา
3. การแก้ปัญหา หากำตอบ หรือหาวิธีการแก้ปัญหา
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. พิสูจน์ปัญหา

ผลปรากฏว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับความรู้ของนักเรียนที่มีอยู่ก่อนแล้ว

นงนุช วรรณวาทะ (นงนุช วรรณวาทะ 2514 : 14 - 32) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับชั้นสูงปีที่ 2 ของวิทยาลัยครูพระนครศรีอยุธยา จำนวน 169 คน เป็นชาย 64 คน หญิง 105 คน พบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา โดยไม่คำนึงถึงวิธีการมีส่วนสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ($r = .1797$)

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาโดยหลักการ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ($r = .1589$)

แสดงว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาดังกล่าวทางวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับ ความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลนั้นและจะสามารถฝึกให้ดีขึ้นได้ ถ้าได้รับการสอนแบบแก้ปัญหาหรืออาจจะจัดเนื้อหาวิชาให้ตรงกับโมภาพของนักเรียนที่มีอยู่ก่อนแล้วเพื่อนักเรียนจะได้ใช้ความรู้เดิมไปใช้ในการเรียนต่อไป นั่นคือเป็นการฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหา

วิราพร เทพวีระพงศ์ (วิราพร เทพวีระพงศ์ 2514 : 174) ได้ศึกษาถึงการแสดงพฤติกรรมในการแก้ปัญหาในกลุ่มของนักศึกษาปีที่ 3 วิทยาลัยวิชาการศึกษาระดับปริญญาตรี ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษาที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้สูงคือ สามารถซักถามปัญหา เสนอวิธีการแก้ปัญหา และแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องตรงจุด จะเป็นผู้ที่มีความกล้าในการแสดงออก มีความมั่นใจในตนเอง มีความรับผิดชอบและความร่วมมือกันขณะทำงานในกลุ่ม

จิตนา ราชรองเมือง (จิตนา ราชรองเมือง 2516 : 1 - 88) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวนสอบสวน วิธีการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหา (โดยไม่คำนึงถึงวิธีการ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการมากกว่าข้อเท็จจริงและยังมีความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการมากกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

พิสุทธิ บุญเจริญ (พิสุทธิ บุญเจริญ 2522 : 1 - 85) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มของการสอนด้วยชุดการเรียนรู้ การสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามปกติในวิชาภาษาไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านทะเลทราย อำเภอกัมทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 95 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 49 คน และกลุ่มควบคุม 46 คน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่เรียนจากชุดการเรียนรู้การสอนแบบสืบสวนสอบสวน มีผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากครูที่สอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วรรณดี วรรณศิลป์ (วรรณดี วรรณศิลป์ 2522 : 1 - 36) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษาในเขต กทม. จำนวน 3 โรงเรียน คือ วิทยาลัยวราธรรม สายน้ำผึ้ง หอวัง จำนวนทั้งหมด 310 คน ผลของการศึกษาพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยตลอดทั้งภาคเรียนสูงและต่ำ มีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พยอม ตันมณี (พยอม ตันมณี 2524 : 137 - 153) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการสอนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษาในรูปแบบเชิงปัญหากับรูปแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษาในรูปแบบเชิงปัญหาจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษา ความคิดวิจารณ์ และความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นมากกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษารูปแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และผู้เรียนที่เรียนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษารูปแบบเชิงปัญหาและรูปแบบทั่วไป จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษา ความคิดวิจารณ์และความสามารถในการแก้ปัญหาจากการสอบครั้งหลังเพิ่มขึ้นมากกว่าการสอบครั้งแรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

มานัส เพ็ญโรจน์ (มานัส เพ็ญโรจน์ 2527 : 49 - 57) ได้วิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนจากการใช้ภาพประกอบคำบรรยายในลักษณะเน้นให้ค้นพบด้วยตนเอง และการใช้ภาพประกอบคำบรรยายในลักษณะบอกเล่า กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชัยนาทพิทยาคม จังหวัดชัยนาท โดยให้กลุ่มทดลองเรียนจากการใช้ภาพประกอบคำบรรยายในลักษณะเน้นให้ค้นพบด้วยตนเอง ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนจากการใช้ภาพประกอบคำบรรยายในลักษณะบอกเล่า ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

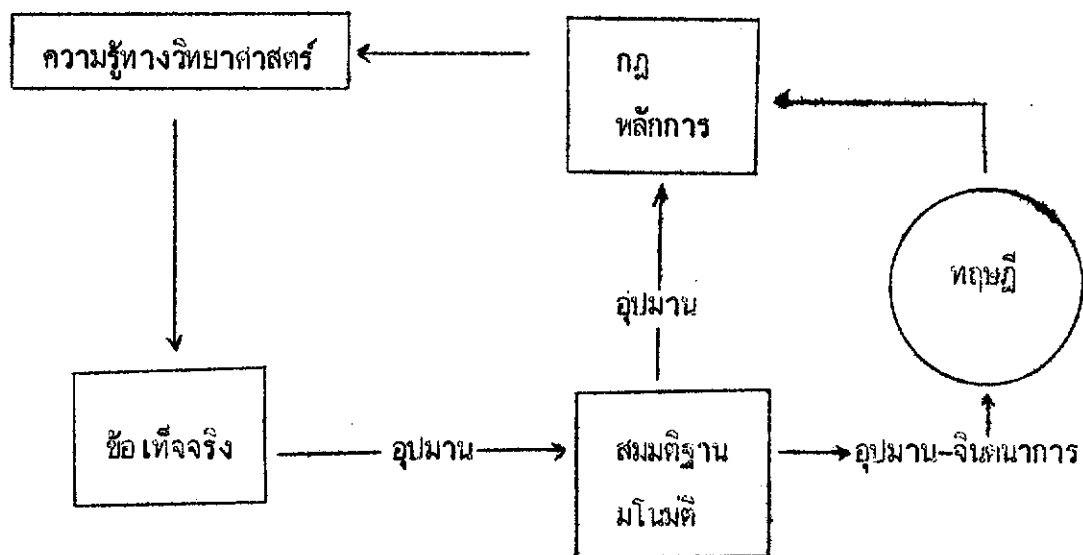
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ (ประวิตร ชูศิลป์ 2524 : 1 - 2)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษยและสภาพ

แวดล้อม

และเนื่องจากความหมายที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ทววงมหาวิทยาลัย 2525 : 1 - 15) และ สมจิต สวณไพบูลย์ (สมจิต สวณไพบูลย์ 2525 : 2 - 9) ได้กล่าวถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับทววงมหาวิทยาลัย (ทววงมหาวิทยาลัย 2525 : 8 - 13) โดยสรุป ดังนี้

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ ส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ดำเนินการค้นคว้าสืบเสาะตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้ ความรู้นี้จะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งสรุปความสัมพันธ์ได้ดังนี้ (สมจิต สวณไพบูลย์ 2526 : 9)



ภาพประกอบ 3 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

เป็นกระบวนการคิดการกระทำอย่างมีระบบในการค้นหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากปรากฏการณ์ธรรมชาติและจากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเราโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลำดับขั้นดังนี้ (สมจิต สวธน์ไพบูลย์ 2526 : 9 - 11)

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. พิสูจน์หรือทดลอง
4. สรุปผลและการนำไปใช้

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงไรนั้นขึ้นอยู่กับคุณลักษณะนิสัยของบุคคลนั้น ๆ เป็นองค์ประกอบอีกด้วย คุณลักษณะที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้นี้เรียกว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

1. ความละเอียดถี่ถ้วน อุตสาหะ
2. ความอดทน
3. ความมีเหตุผลไม่เชื่อสิ่งใฝ่ง่าย ๆ โดยปราศจากข้อเท็จจริงมาสนับสนุนอย่าง

เพียงพอ

4. ความมีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตน
เพียงฝ่ายเดียว

5. มีความกระตือรือร้นที่จะค้นหาความรู้

6. มีความซื่อสัตย์สุจริต

7. สามารถร่วมงานกับผู้อื่น

8. ยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ ๆ

ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้รับทั้งเนื้อหา
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะต้องวัดผลทั้งสองส่วน
และเพื่อความสะดวกในการประเมินผล ผู้วิจัยจึงได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชา
วิทยาศาสตร์ (ประวิทย์ ชูสี 2524 : 21 - 31) เพื่อนำไปสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน สำหรับเป็นเกณฑ์วัดผลว่านักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยหรือลึกซึ้งเพียงใด

4 พฤติกรรม ดังนี้คือ

1. ความรู้-ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้ว
เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ใน
รูปใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหา
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการด้าน การสังเกต การจำแนกประเภท การจัดการกระทำ
และสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิง
ปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

4. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ
ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้วโดยเฉพาะ
อย่างยิ่งคือการนำไปใช้ในชีวิประจำวัน

งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์

นอร์วอล (Norval. 1970 : 95 - 102) ได้ศึกษาบทบาทของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry) ที่มีต่อการคิดแบบต่าง ๆ ใช้วิธีสอนรับรู้งานจากการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของชุกแมน โดยมีนักเรียนเกรด 5 ในเมืองคิทรอยด์ จำนวน 25 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างใช้เวลาทดลองสอนคิดต่อกัน 3 ปี และวัดความสามารถในการคิดทุก ๆ ปี รวม 3 ครั้ง เปรียบเทียบคะแนนกับกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้เรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในปี 1962 กลุ่มทดลองมีความสามารถคิดวิเคราะห์แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในปี 1964 กลุ่มทดลองมีความสามารถคิดวิเคราะห์ คิดแบบจำแนกประเภท คิดแบบโยงความสัมพันธ์แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนการคิดแบบสรุปอ้างอิงแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และในปี ค.ศ. 1965 การคิดทุกประเภทแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สรุปได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีผลต่อการคิดแบบต่าง ๆ ของนักเรียน

โอลาริโนซ (Olarinoze. 1974 : 4848 - A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะทาง (guided inquiry) การสอนปกติ (traditional) และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง (inquiry role approach) ใช้วิชาฟิสิกส์ โดยให้กลุ่มควบคุมได้รับการสอนปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะแนวทาง และกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกัน

เดวิส (Davis. 1976 : 4164 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะค้นพบที่ใช้การเรียนชี้แนะแนวทาง (guided - inquiry discovery approach) กับการสอนแบบครูบอกความรู้ตามตำรา (expository - test approach) ที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมปลายจำนวน 103 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบเสาะ

ค้นพบที่ใช้การชี้แนะแนวทาง กลุ่มควบคุม 52 คน ได้รับการสอนแบบครบรอบความรู้หามตำรา ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปรีชา กล้ารพี (ปรีชา กล้ารพี 2526 : 73 - 74) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิกับที่เรียนโดยใช้อุปกรณ์การทดลอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนคลองหลวงวิทยาคม อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี จำนวน 60 คน กลุ่มทดลอง 30 คน เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กลุ่มควบคุม 30 คน เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิรวบยอด ด้านการแบ่งประเภท ด้านความสัมพันธ์ และทางทฤษฎี และความคงทนในการเรียนทั้ง 3 ด้านของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ปราโมทย์ แก้วสุข (ปราโมทย์ แก้วสุข 2528 : 86 - 87) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยานูมิ" อำเภอวิเศษไชยชาญ จังหวัดอ่างทอง ปีการศึกษา 2527 จำนวน 60 คน กลุ่มทดลอง 30 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กลุ่มควบคุม 30 คน ได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แนวคิดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากเอกสารและงานวิจัยที่กล่าวมาต่างก็เป็นที่วิจัยสำคัญเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ผู้วิจัยจึงได้ตั้งสมมติฐานของการวิจัยในครั้งนี้ ดังนี้

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียนแตกต่างกัน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียนแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพะเยาพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 จำนวน 8 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 360 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพะเยาพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 จำนวน 80 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างโดยจับฉลากห้องเรียนมา 2 ห้องเรียน แล้วนำรายชื่อนักเรียนจากทั้งสองห้องเรียนมาละกัน แล้วจับฉลากออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มละ 40 คน จับฉลากอีกครั้งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดย

กลุ่มทดลอง เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน

กลุ่มควบคุม เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหา วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม ตามหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ของกระทรวงศึกษาธิการ ที่จัดทำโดย สสวท. และเลือกสอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การทดลองครั้งนี้กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 ใช้เวลาในการทดลอง
กลุ่มละ 22 คาบ คาบละ 50 นาที

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าประกอบด้วย

1. แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียน
กับนักเรียน
2. แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับ
นักเรียน
3. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและ
อุตสาหกรรม
5. แบบทดสอบความสามารถพื้นฐาน ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ตามลำดับดังนี้คือ

แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่ายของเนื้อหา
วิชาจากหลักสูตรวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524
ของกระทรวงศึกษาธิการที่จัดทำโดย สสวท.
2. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการสอน จากหนังสือคู่มือครู
และแบบเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม
3. วิเคราะห์จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน และความคิด
รวบยอดจากเนื้อหาวิชาที่เลือกใช้ในการทดลอง

4. สร้างแผนการสอนทั้งหมด 18 คาบ
5. นำแผนการสอนที่เขียนขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ศึกษาค้นคว้า ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายตรวจแก้ไข เพื่อนำข้อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข
6. นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพะเยาพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาข้อบกพร่อง เกี่ยวกับเวลา สถานที่ที่กำหนดขึ้น และปริมาณของเนื้อหาที่นำมาจัดกิจกรรม
7. นำแผนการสอนที่ทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อให้เป็นแผนการสอนที่สมบูรณ์ สำหรับนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป

ส่วนแผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน ผู้วิจัยใช้กิจกรรมเช่นเดียวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและครูเป็นผู้ใช้คำถามในการร่วมอภิปรายกับนักเรียน เหมือนกับคำถามของกลุ่มทดลอง

แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลและการสร้างข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์
2. ศึกษาความหมาย ทฤษฎี และหลักการของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ตามแนววิธีการทางวิทยาศาสตร์ (ทบทวนมหาวิทยาลัย 2525 : 231 - 246) ตามแนววิธีสอนการแก้ปัญหา (พยอม ตันมณี 2524 : 95 - 98)
3. เขียนข้อสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวทฤษฎีและหลักการดังกล่าว เป็นข้อสอบแบบความเรียง จำนวน 8 ข้อ
4. ตรวจสอบความเที่ยงตรงของข้อสอบตามวิธีการของโรวินลลีและแฮมเบลตัน (สมบูรณ์ ชิตพงศ์ 2527 : 127 - 129 อ้างอิงมาจาก Rovinelli and Hamblton) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับลักษณะของพฤติกรรม 1.00
5. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพะเยาพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและผ่านการเรียนเรื่องทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมมาแล้ว

6. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) โดยใช้สูตรครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 170 - 171) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.5560

7. เกณฑ์การตรวจให้คะแนน จะให้คะแนนในลักษณะที่

7.1 ถ้านักเรียนนิยามหรือระบุปัญหาได้ให้ 1 คะแนน

7.2 ถ้านักเรียนวิเคราะห์สาเหตุแห่งปัญหาได้ให้ 1 คะแนน

7.3 ถ้านักเรียนกำหนดวิธีการแก้ปัญหาได้ให้ 1 คะแนน

7.4 ถ้านักเรียนวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหานั้นได้

ให้ 1 คะแนน

สำหรับขั้นตอนไหนที่ทำไม่ได้ให้ 0 คะแนนเฉพาะขั้นตอนนั้น รายละเอียดในการตรวจให้คะแนนมีดังนี้

ขั้นนิยามหรือระบุปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถบอกปัญหาที่สำคัญที่สุดภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

ขั้นวิเคราะห์สาเหตุแห่งปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถบอกได้ว่าสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ของปัญหาคืออะไร จากข้อเท็จจริงตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

ขั้นกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถหาข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำไปซึ่งวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหานั้น หมายถึง นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าผลที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุไว้นาน้อยเพียงใด

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาจุดมุ่งหมายและเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาเกี่ยวกับพฤติกรรมด้านความรู้-ความจำ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำไปใช้

3. เขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามตารางวิเคราะห์ในข้อ 2 โดยเขียนเป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ
4. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพะเยาพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแต่ผ่านการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่องทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมมาแล้วจำนวน 100 คน
5. นำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน โดยมีเกณฑ์ให้คะแนนแต่ละข้อดังนี้ ถ้านักเรียนตอบถูกจะได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือเว้นไม่ตอบหรือเลือกตัวเลือกเกิน 1 ตัวให้ 0 คะแนน แล้วจึงวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ของจุง เทห์ ฟาน (Fan. 1952 : 6 - 32) ให้ข้อสอบที่มีความยากง่าย (p) ตั้งแต่ .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป
6. นำข้อสอบที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 จำนวน 50 คน ตรวจให้คะแนนเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR - 20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson 20) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 168) มีความเชื่อมั่น 0.7854

แบบทดสอบความสามารถพื้นฐาน

แบบทดสอบความสามารถพื้นฐาน ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของ ละเอียต กิระอนันต์ (ละเอียต กิระอนันต์ 2525 : 80 - 109) ซึ่งมีความเชื่อมั่น .82

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาค้นคว้าเชิงทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการโดยใช้แผนการวิจัยแบบ Randomized Control Group Pretest-Posttest Design

(ส่วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2528 : 216) ดังแผนการวิจัยซึ่งแสดงไว้ในตารางดังนี้

ตาราง 1 แบบแผนการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	T ₁	X	T ₂
CR	T ₁	-	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

- R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
- E แทน กลุ่มทดลอง
- C แทน กลุ่มควบคุม
- T₁ แทน การสอบก่อนที่จะจัดกระทำการทดลอง
- T₂ แทน การสอบหลังจากที่จัดกระทำการทดลอง
- X แทน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
- แทน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน

ในการทดลองตามแผนการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่ม โดยจับฉลากห้องเรียนมา 2 ห้องเรียน แล้วนำรายชื่อนักเรียนจากทั้งสองห้องเรียนมาละกัน แล้วจับฉลากออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 40 คน จับฉลากอีกครั้งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2. แนะนำวิธีการและบทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน
3. ทำการทดสอบความสามารถพื้นฐานด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
4. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้งสองกลุ่ม ซึ่งใช้เนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาในการสอนเท่ากัน กลุ่มละ 18 คาบ คาบละ 50 นาที
 กลุ่มทดลองสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
 กลุ่มควบคุมสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน
5. ทำการทดสอบหลังเรียนเมื่อนักเรียนทั้งสองกลุ่มได้เสร็จสิ้นการเรียนที่กำหนดไว้ ด้วยแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม
6. ตรวจสอบผลการสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance)
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance)
 โดยใช้คะแนนจากการสอบความสามารถพื้นฐานด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นตัวแปรร่วม (Covariate)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าเฉลี่ยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2528 : 59)
2. หาค่าความแปรปรวนของคะแนนคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2528 : 64)
3. ตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามวิธีการของ โรวินเนลลีและแฮมเบลตัน คำนวณจากสูตร (สมบุรณ์ ชิตพงศ์ 2527 : 127 - 129 อ้างอิงมาจาก Rovinelli and Hambelton)

$$IC = \frac{\Sigma R}{N}$$

IC แทน ดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับลักษณะของพฤติกรรม

ΣR แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชา

4. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2528 : 170 - 171)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right\}$$

α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

s_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ

s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

5. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR - 20 ของกูเกอ์-ริชาร์ดสัน (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2528 : 168)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right\}$$

p แทน สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำได้}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ
คือ $1 - p$

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

6. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตามสมมติฐานข้อ 1, 2 โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2528 : 125)

$$F = \frac{MS'_b}{MS'_w}$$

MS'_b แทน คะแนนความแปรปรวนที่ปรับคะแนนแล้วระหว่างกลุ่ม

MS'_w แทน คะแนนความแปรปรวนที่ปรับคะแนนแล้วภายในกลุ่ม

โดยใช้คะแนนจากการทดสอบความสามารถพื้นฐานด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นตัวแปรร่วม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

- SS' แทน ผลรวมกำลังสองของการปรับคะแนนจากตัวแปรร่วม
- df' แทน ชั้นของความแปรปรวนอิสระ
- MS_D แทน คะแนนความแปรปรวนที่ปรับแล้วของระหว่างกลุ่ม
- MS_W แทน คะแนนความแปรปรวนที่ปรับแล้วของภายในกลุ่ม
- F แทน อัตราส่วนระหว่างค่าความแปรปรวนที่ปรับแล้วของระหว่างกลุ่ม
กับค่าความแปรปรวนที่ปรับแล้วของภายในกลุ่ม
- ** แทน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
- * แทน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียน

และจากจุดมุ่งหมายข้อที่ 1 นี้ มีสมมติฐานว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน แตกต่างกัน ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตาราง 2

ตาราง 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แหล่งของตัวแปร	SS'	df'	MS'	F
ระหว่างกลุ่ม (b)	1455.3686	1	1455.3686	50.9927**
ภายในกลุ่ม (w)	2197.6384	77	28.5407	
รวม (t)	3653.0070	78		

$$** F_{.01} (1, 77) = 6.96$$

จากผลการวิเคราะห์ในตาราง 2 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งนำไปตามสมมติฐานข้อ 1 โดยนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน

และจากจุดมุ่งหมายข้อที่ 2 นี้ มีสมมติฐานว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียนแตกต่างกัน ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตาราง 3

ตาราง 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์เรื่อง หัตถยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม

แหล่งของตัวแปร	SS'	df	MS'	F
ระหว่างกลุ่ม (b)	88.6052	1	88.6052	4.6542*
ภายในกลุ่ม (w)	1465.8476	77	19.0370	
รวม (t)	1554.4528	78		

$$*F_{.05} (1,77) = 3.96$$

จากผลการวิเคราะห์ในตาราง 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับ
นักเรียนและของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการ
อภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็น
ไปตามสมมติฐานข้อ 2 โดยนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้
เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่าง
ครูกับนักเรียน

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน ซึ่งได้สรุปผลของการศึกษาดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียนแตกต่างกัน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียน แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพะเยาพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายโดยจับฉลากจากห้องเรียนทั้งหมดมา 2 ห้องเรียน แล้วนำรายชื่อ นักเรียนทั้งสองห้องเรียนมาคละกัน แล้วจับฉลากออกมา 80 คน จากนั้นจับฉลากอีกครั้ง เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้ามีดังนี้

2.1 แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ-ชีวภาพ 2 แบบ คือ แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และแผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น ทั้ง 2 แบบ โดยใช้แนวการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

2.2 แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามแนววิธีการทางวิทยาศาสตร์ (ทรวงมหาวิทยาลัย) และตามแนววิธีสอนการแก้ปัญหา (พยอม ตันมณี) เป็นข้อสอบแบบความเรียง จำนวน 8 ข้อ ตรวจสอบความเที่ยงตรงของข้อสอบตามวิธีการของโรบินเนลลีและแฮมเบลตัน (Rovinelli and Hamblen) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับลักษณะของพฤติกรรม 1.00 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตรครอนแบ็ค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.5560

2.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ-ชีวภาพ เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ลักษณะข้อสอบเป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก มีความเชื่อมั่น 0.7854

2.4 แบบทดสอบความสามารถพื้นฐาน ใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของ ละเอียด กิระอนันต์ มีค่าความเชื่อมั่น .82

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 แนะนำวิธีการและบทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน ใช้เวลา

1 คาบ

3.2 ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบความสามารถพื้นฐาน เป็นแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ใช้เวลา 1 คาบ

3.3 ดำเนินการทดลอง โดยสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนกับกลุ่มทดลอง และสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนกับกลุ่มควบคุม เป็นเวลากลุ่มละ 18 คาบ

3.4 ทดสอบหลังการเรียน ให้นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม ใช้เวลา 2 คาบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

โดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการสอบก่อนเรียนเป็นตัวแปรร่วม

สรุปผลการทดลอง

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

สมมติฐานข้อที่ 1

ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของมาฮาน (Mahan. 1963 : 1097 - 1098 - A) ซึ่งได้เปรียบเทียบการสอนโดยการแก้ปัญหา กับการบรรยายประกอบการอภิปราย พบว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการแก้ปัญหา จะสร้างความงอกงามทางด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การนำไปใช้และทักษะในการแก้ปัญหา และสอดคล้องกับงานวิจัยของ จอนส์ (Johns. 1966 : 994 - 995) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมต่างกัน ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยวิธีแก้ปัญหาด้วยตัวเอง มีความสามารถในการคิดหาเหตุผลในการแก้ปัญหา ทักษะต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะในการเรียนดีกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย แบบสาธิตให้มีส่วนร่วมในการทดลอง และการทำการบ้านตามที่ครูกำหนดให้ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ พยอม ตันมณี (พยอม ตันมณี 2524 : 137 - 153) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการสอนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษาในรูปแบบเชิงปัญหากับรูปแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษาในรูปแบบเชิงปัญหามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษา ความคิดวิจารณ์ และความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นมากกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษาแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

สมมติฐานข้อที่ 2

ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ-ชีวภาพ เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม แตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ เดวิส (Davis. 1976 : 4164 - A) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะที่ใช้การเรียนแบบชี้แนะแนวทางกับการสอนแบบครอบงำความรู้ตามตำรา ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบชี้แนะแนวทางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบครอบงำความรู้ตามตำราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับผลของการวิจัยของ ยุพิน จิรสุขานนท์ (ยุพิน จิรสุขานนท์ 2522 : ง) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยวิธีสอนแบบอภิปรายกับวิธีสอนแบบบอกให้รู้ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองเรียนโดยวิธีสอนแบบอภิปรายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีสอนแบบบอกให้รู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการศึกษาตามสมมติฐานข้อที่ 1 และข้อที่ 2 นั้นพบว่า สอดคล้องตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ทั้งนี้ เป็นเพราะ

1. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน เป็นการสอนที่เน้นการจัดกิจกรรมอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการทำงาน ได้ศึกษาค้นคว้าจากเอกสารประกอบ ได้แสดงความคิดเห็นร่วมกัน ให้อภิปรายเหตุผลโต้แย้งหรือระบุดูหา อภิปรายถึงสาเหตุต่าง ๆ ของปัญหา บอกหรือกำหนดวิธีการแก้ปัญหา และบอกผลที่เกิดจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหานั้นได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทมอมจิตต์ เสนมา (ทมอมจิตต์ เสนมา 2525 : 63 - 64) ที่ว่าการจัดกิจกรรมอภิปรายระหว่างนักเรียนเป็นวิธีหนึ่งที่จะกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดขณะเรียนมากขึ้น ทำให้นักเรียนพัฒนาการคิดทำให้เข้าใจบทเรียนได้กระจ่างชัดเจนนยิ่งขึ้น

2. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน เป็นการสอนที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนมีโอกาสได้เข้าร่วมในกิจกรรมการเรียนอย่างทั่วถึงมากที่สุด การที่นักเรียนได้มีบทบาทต่าง ๆ จะช่วยให้เด็กเกิดความพร้อม มีความกระตือรือร้นที่จะเรียน และเรียนอย่างมีชีวิตชีวา สอดคล้องกับวัยและความต้องการ จึงทำให้บรรยากาศการเรียนสนุกสนาน สามารถสนองตอบความต้องการของนักเรียนได้เป็นอย่างดี จึงทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

3. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน เป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนแก้ปัญหาอย่างมีระบบมีขั้นตอน โดยครูเป็น^๕ ทัศนสถานการณ์ให้ทำให้นักเรียนมองเห็นขั้นตอนในการคิดวิเคราะห์ สามารถวิเคราะห์และแก้ปัญหาได้ และไปสัมพันธ์กับความสามารถด้านการรู้ (Guilford. 1971 : 104) จึงทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

4. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน เป็นการสอนที่ฝึกให้นักเรียนทำงานอยู่เสมอ (the persistency process) จึงทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการคิดเพิ่มขึ้น และนักเรียนคุ้นกับสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ช่วยให้มีแนวทางในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น มีการฝึกให้เป็นผู้มีเหตุผลแก่ตนเอง (the innate process) ทำให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง และนอกจากนี้นักเรียนยังรู้จักการวิจารณ์ (critical thinking) (มังกร ทองสุตติ 2522 : 5 - 10) จึงทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

ด้วยเหตุผลต่าง ๆ ดังกล่าวจึงทำให้นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้านวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน และต่อการศึกษาขั้นถัดไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ครูอาจารย์ผู้สอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ควรนำเอาวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน มาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถทางด้านการคิดของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพต่อไป

1.2 หน่วยงานที่รับผิดชอบในการผลิตครูออกไปทำการสอนในสาขาวิทยาศาสตร์ ควรเน้นในเรื่องการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงออกทางความคิด การอภิปรายอย่างมีอิสระมากขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้รับการฝึกฝนอบรมในแนวทางที่ถูกต้อง ซึ่งจะ เป็นการพัฒนารูปแบบของการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรจะได้มีการศึกษารูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ในการจัดกลุ่มแบบต่าง ๆ เช่น กลุ่มขนาดใหญ่ กลุ่มขนาดเล็ก และกลุ่มหญิงทั้งหมด กลุ่มชายทั้งหมด หรือกลุ่มที่ครูจัดให้กับกลุ่มที่สนใจ เพื่อ ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2.2 ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่น ๆ บ้าง เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การตั้งสมมติฐาน การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลและอื่น ๆ รวมถึงศึกษาด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาการเรียนรู้ และความคงทนในการเรียนรู้ ว่าแตกต่างกันหรือไม่ เมื่อสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปราย ระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน

บรรณาธิการ

บรรณานุกรม

- กมลทิพย์ กลสิการ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หน่วย "แรงธรรมชาติ" โดยวิธีสอนแบบกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์กับการสอนปกติระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2523, 155 หน้า อุดรธานี กิ่งฟ้า สินธุวงศ์ และคนอื่น ๆ รายงานการวิจัยเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2525, 223 หน้า
- คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย 2525, 68 หน้า
- ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ทบวงมหาวิทยาลัย 2525, 307 หน้า
- จำนง พรายแย้มแซ "แนวความคิดใหม่ในการสอนวิทยาศาสตร์" เทคนิคและวิธีสอนวิทยาศาสตร์ พิมพ์ครั้งที่ 2 ไทยวัฒนาพานิช 2516, 217 หน้า
- จิตนา ราชรองเมือง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวนสอบสวน วิธีการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ ปรินญาณินท์ ศศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2516, 91 หน้า อุดรธานี
- ฉันทนา ภาคบงกช การสอนสังคมศึกษาเรื่อง "วันสำคัญของชาติ" ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ด้วยกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518, 164 หน้า อุดรธานี
- ถนอมจิตต์ เสนมา การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเรียนด้วยเทคนิคการสอนแบบสืบสวนแบบจัดกิจกรรมอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน และระหว่างนักเรียนด้วยกัน วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2525, 78 หน้า อุดรธานี
- ทิตนา เทียมเสม "กระบวนการเรียนรู้โดยการทำงานกลุ่ม" ครูศาสตร์ 5 : 6 ธันวาคม 2515

ทีศนา แชมมณี และคนอื่น ๆ กลุ่มสัมพันธ์ : ทฤษฎีและแนวปฏิบัติเล่ม 1 บุรณาศิลป์การพิมพ์
2522, 249 หน้า

ธีระชัย บุรณโชติ "การสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่" วิทยาศาสตร์ 28 : 46 สิงหาคม
2517

นงนุช วรรณวาทะ ความสัมพันธ์ระหว่างวิธีแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนรู้ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูง ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.
วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2514, 89 หน้า อัดสำเนา

นพเก้า สุนทรเกศ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์โดยวิธีสอนแบบเรียนเป็นทีม
กับการเรียนแบบบรรยายประกอบการสาธิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิทยานิพนธ์
ก.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518, 92 หน้า อัดสำเนา

ประภากร โล่ห์ทองคำ และคนอื่น ๆ กลุ่ม : การสอนกลุ่มสัมพันธ์ในโรงเรียน ภาควิชา
หลักสูตรและการสอน คณะวิชาครุศาสตร์ วิทยาลัยครูนครราชสีมา 2522, 57 หน้า
ประวิตร ชูศิลป์ "หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่" เอกสารการนิเทศการ
ศึกษานับที่ 233 : ภาคพัฒนาตำราและเอกสารหน่วยศึกษานิเทศกรรมการฝึกหัดครู
2524, 104 หน้า

ปราโมทย์ แก้วสุข การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวความคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการตั้งสมมติฐาน และการพยากรณ์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2528, 180 หน้า อัดสำเนา

ปรีชา กล้ารัสมิ์ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ
กับที่เรียนโดยใช้อุปกรณ์การทดลอง ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2526, 214 หน้า อัดสำเนา

พนัส หันนาคินทร์ การศึกษาของไทย วัฒพานิช 2521, 229 หน้า

พยนต์ แสงเดช การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้
วิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวิธีสอน
แบบแก้ปัญหากับแบบศูนย์การเรียน ปรินทิพย์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร 2525, 250 หน้า อัดสำเนา

พยอม ต้นมณี การศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการสอนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยา
การศึกษาในรูปแบบเชิงปัญหากับรูปแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ปรินทิพย์ กศ.ค.
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 162 หน้า อัดสำเนา

พรพิมล ชาญชัยเขาวีวัฒน์ ผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม
กับชนิดที่ครูเป็นผู้ถามที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทัศนคติทาง
วิทยาศาสตร์ วิทยานิพนธ์ ก.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2525, 73 หน้า อัดสำเนา

พิกุล รื่นเรืองใจ การศึกษาผลการสอนโดยกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์วิชาวิทยาศาสตร์ชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้านทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการจัดกระทำ
ข้อมูลและการสื่อความหมายข้อมูล และทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ปรินทิพย์
 กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527, 170 หน้า อัดสำเนา

พิสุทธิ บุญเจริญ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการ
แก้ปัญหากลุ่ม ของการสอนด้วยการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามปกติ ใน
วิชาภาษาไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปรินทิพย์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร 2522, 326 หน้า อัดสำเนา

มานัส เพ็ญโรจน์ การศึกษาเปรียบเทียบการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยและความสามารถในการ
คิดแก้ปัญหานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนจากภาพประกอบคำบรรยายในลักษณะ
บอกเล่าและภาพประกอบคำบรรยายในลักษณะแนะให้ค้นพบด้วยตนเอง ปรินทิพย์
 กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527, 105 หน้า อัดสำเนา

มังกร ทองสุคติ การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย 2522,
 188 หน้า

ยุพิน จิรสุขานนท์ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง "ภาคตัดกรวย" โดยวิธีสอนแบบอภิปรายกับวิธีสอนแบบบอกให้รู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยวิธีสอนแบบอภิปราย วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522, 111 หน้า อัดสำเนา

นันทนา เทพบริรักษ์ การเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์หน่วย "พลังงาน" โดยวิธีกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์และวิธีสอนแบบธรรมคา ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2518, 145 หน้า อัดสำเนา

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ หลักการวิจัยทางการศึกษา ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ศึกษาพร 2528, 314 หน้า

ละเอียต กิระอนันต์ การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2525, 110 หน้า อัดสำเนา

วรรณมา ดวงชัยปิติ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยวิธีการเรียนเป็นคณะกับการเรียนเป็นชั้นปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2519, 159 หน้า อัดสำเนา

วรรณดี วรรณศิลป์ ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 79 หน้า

วิราพร เทพวีระพงศ์ ความเกรงใจกับพฤติกรรมการแก้ปัญหาในกลุ่ม ปริญญานิพนธ์ ศศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2514, 253 หน้า อัดสำเนา

วีรยุทธ วิเชียรโชติ จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน อำนวยการพิมพ์ 2521, 165 หน้า

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน เอกสารอบรมครูวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 2517, หน้า 5 - 6

สมบุญ ชิตพงศ์ "การประเมินคุณภาพของเครื่องมือวิจัย" เอกสารประกอบการสอนวิชา

วิจัย 521 : วิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ โดย คณะอาจารย์ผู้สอนวิจัย

521 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527, 212 หน้า

สมจิต สมิตพันธ์ ครูจะสอนแบบอภิปรายเพื่อพัฒนากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ได้อย่างไร

เอกสารการอบรมครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (โรเนียว) 2519, 34 หน้า

สมจิต สวณใหญ่ วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

2526, 212 หน้า

สาโรช บัวศรี "ปรัชญาการศึกษา" จุดยืนและทิศทางการศึกษาของไทย วัฒนาพานิช

2518, 294 หน้า

สุมิตร คุณานุกร หลักสูตรและการสอน กรุงเทพมหานคร 2518, 259 หน้า

สุวัฒน์ นิยมคำ การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด วัฒนาพานิช 2517, 240 หน้า

สุวรรณ สุวรรณเวช การทดลองสอนแบบซินดิเคต (SYNDICATE) วิชาสังคมศึกษา

หน่วยสิทธิและหน้าที่ของพลเมืองไทย ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปริญญาพันธ์ กศ.ม.

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526, 110 หน้า อัดสำเนา

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ "การปฏิรูปการศึกษา" สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ไทยวัฒนาพานิช 2520, 192 หน้า

อำนวย รุ่งรัมย์ การสอนวิทยาศาสตร์แบบก้าวหน้า ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม 2525, 184 หน้า

อวยชัย โชคบุญสิทธิ์ การศึกษาผลสัมฤทธิ์และทัศนคติต่อวิชาสังคมศึกษาเรื่อง "การพัฒนา

ประเทศ" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการเรียนเป็นทีม ปริญญาพันธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2525, 115 หน้า อัดสำเนา

Allen, Vernon L. "Research on Children Tutoring Children : A Critical
of Educational Research. 46 : 371, Summer, 1976.

Anderson, H.O. "An Analysis of Method for Improving-Solving Skills
Processed by College Students Preparing to Pure Science Teaching
as a Profession," Dissertation Abstracts International. (29)
9 - 10 : 3332-A, March-April, 1969.

- Baker, Tunis. "What can We Do to Make Our Children Capable of Thinking for Themselves?," Science Education. 34 : 153 - 155, April, 1960.
- Davis, Maynard. "The Effectiveness of a Guided - Inquiry Discovery Approach in an Elementary School Science Curriculum," Dissertation Abstracts International. 39 : 4164-A, January 1976.
- Dressel, Paul. L. "Critical Thinking : The Gold of Education," The Journal of the National Education Association. 44 : 418 - 420, October, 1955.
- Dumbelton, Duand. Dean. "The Effect of Guided Inquiry and Expository Materials on Cognitive Learning, Retention and Transfer in a Social Studies unit for Secondary Level Students," Dissertation Abstracts International. 33 : 4692-A, March, 1973.
- Fan, Chung Teh. Item Analysis Table. Princeton, New Jersey Educational Testing Service, 1952. 32 p.
- Gabrielli, Ralph B. "A Study of the Characteristics of Pre-Service Teachers Identified on an Experimental Instrument as High or Low in Problem-Solving Ability," Dissertation Abstracts International. 32 : 5650-A, April, 1972.
- Gagne', Robert M. The Condition of Learning. : 2nd.ed., New York Holy, Rinehart and Winstin, Inc., 1970. 407 p.
- Gaier, B.L. "The Role of Knowledge in Problem-Solving," Progressive Education. 30 : 138 - 141, 1953.
- Golstein, Joseph. J. "Thinking can be Learned," Educational Leadership. 6 : 235 - 239, January, 1949.
- Good, Carter, V. Dictionary of Education. Edited by Good, Carter, V. New York, McGraw-Hill Company, 1973. 681 p.
- Guilford, J.P. The Nature of Human Intelligence. McGraw-Hill, Book Company, 1967. 538 p.
- _____. The Analysis of Intelligence. McGraw-Hill, Book Company, 1971. 514 p.
- Hurley, Beatrice. "Some Ways of Helping Children to Learn Science," Science for Eight-to-Twelve. Bulletin No. 13, A of the Association for Childhood Education International. Washington D.C., 1964.

- John, K.W. "A Comparison of Two Methods of Teaching Eight Grad General Science : traditional and Sturctured Problem Solving," Dissertation Abstracts International. 27(4) : 994-995-A, October, 1966.
- Mahan, L.A. "The Effect of Problem Solving and Lecture Discussion in Developing Student Growth in Basic Understanding Problem Solving Skill, Attitude, Interests and Personal Adjustment," Dissertation Abstract. 3 : 1097 - 1098, September, 1963.
- Merdith, C.E. "Development of Problem Solving Skill in High School Phisical Science," Dissertation Abstracts International. 10 : 3550-A, April, 1962.
- Meyer, James H. "The Influence of the Invitation to Inquiry," American Biology Teacher. 31 : 451 - 453, October, 1969.
- Nabors, Donald G. "A Comparative Study of Academic Achievement and Problem Solving Ability of Black Pupils at the Intermediate level in Computet Supported Instructional and Self-Contained Instructional Process," Dissertation Abstracts International. 36 : 3241-A, December, 1975.
- Norton, R.T. "A Developmental Study in Assesing Childran to Solve Problems in Science," Dissertation Abstracts International. 23(1) : 204-A, July, 1972.
- Norval, Scott. "Strategy of Inquiry and Styles of Categorization A Three-Years Exploratory Study," Journal of Research in Science Teaching. 7 : 95 - 102, 1970.
- Olearinoye, Rappel Dale. "A Comparative Study of the Effectiveness of Three Methods of Teaching A Secondary School Physice Coarce in a Nigerian Secondary School," Dissertation Abstracts International. 39 : 4848-A, February, 1978.
- Pell, E.A. "Conceptual Learning and Explanes Thinking," Development in Human Learn. New York, American Elseving, 1968. 487 p.
- Starr, Robert J. "A Study of Invitation to Inquiry and Their Effects on Student Knowledge of Science Process," School Science and Mathematics. 72(8) : 714 - 717, 1972.
- * Stollburg, R.J. "Problem-Solving, The Process Games in Science Teaching," Science Teacher. 23 : 225 - 228, September, 1956.
- Suchman, J. Richard. The Elementary School Training Program in Scientific Inquiry. Illinois : University of Illinois Press, 1962.
- "Inquiry in the Curriculum," The Sturctor. 75 : 24, January, 1966.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง 4 แสดงค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่องทรัพยากรธรรมชาติและ
อุตสาหกรรม

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
1	.28	.22	15.4	21	.38	.36	14.2	41	.54	.27	12.6
2	.63	.24	11.6	22	.38	.36	14.2	42	.48	.37	13.2
3	.81	.55	9.5	23	.43	.27	13.7	43	.77	.32	10.0
4	.92	.52	7.3	24	.48	.22	13.2	44	.33	.26	14.7
5	.31	.22	15.0	25	.46	.34	13.4	45	.38	.20	14.1
6	.58	.34	12.2	26	.44	.23	13.6	46	.35	.29	14.6
7	.35	.29	14.6	27	.24	.24	15.9	47	.33	.25	14.8
8	.65	.20	11.4	28	.46	.34	13.4	48	.43	.27	13.7
9	.42	.34	13.8	29	.48	.22	13.2	49	.38	.42	14.2
10	.56	.30	12.4	30	.61	.28	11.9	50	.44	.30	13.6
11	.57	.27	12.3	31	.24	.24	15.9	51	.29	.34	15.3
12	.42	.27	13.4	32	.50	.20	13.0	52	.50	.40	13.0
13	.71	.34	10.7	33	.71	.26	10.8	53	.46	.34	13.4
14	.50	.26	13.0	34	.50	.26	13.0	54	.77	.47	10.0
15	.51	.41	12.6	35	.31	.22	15.0	55	.43	.27	13.7
16	.50	.34	13.0	36	.41	.23	13.9	56	.24	.24	15.9
17	.82	.40	9.4	37	.63	.24	11.6	57	.25	.52	15.7
18	.52	.29	12.8	38	.31	.22	15.2	58	.75	.28	10.4
19	.86	.28	8.6	39	.40	.53	14.0	59	.91	.28	7.6
20	.29	.20	15.2	40	.32	.51	14.9	60	.61	.20	11.9

ตาราง 5 แสดงค่าสถิติพื้นฐานและค่าเฉลี่ยที่รับแล้วของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบ
 สืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน (กลุ่มทดลอง)
 และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่าง
 ครูกับนักเรียน (กลุ่มควบคุม)

กลุ่มตัวอย่าง	N	ความสามารถพื้นฐาน		ความสามารถใน การแก้ปัญหทาง วิทยาศาสตร์		ค่าเฉลี่ยที่รับแล้ว
		$\bar{y}$	s^2	$\bar{x}$	s^2	
กลุ่มทดลอง	40	12.05	8.72	30.25	41.23	30.22
กลุ่มควบคุม	40	11.80	12.56	21.65	16.50	21.68

ตาราง 6 แสดงค่าสถิติพื้นฐานและค่าเฉลี่ยที่รับแล้วของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบ
สืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน (กลุ่มทดลอง)
และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่าง
ครูกับนักเรียน (กลุ่มควบคุม)

กลุ่มตัวอย่าง	N	ความสามารถพื้นฐาน		ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์		ค่าเฉลี่ยที่รับแล้ว
		$\bar{y}$	s^2	$\bar{x}$	s^2	
กลุ่มทดลอง	40	12.05	8.72	36.75	14.29	36.74
กลุ่มควบคุม	40	11.80	12.56	34.60	23.94	34.61

ภาคผนวก ข

แผนการสอนและแบบทดสอบ

แผนการสอนครั้งที่ 1 คาบที่ 1 - 2

ทรัพยากร-สมบัติของชาติ และทรัพยากรธรรมชาติกับอุตสาหกรรม

เวลา 2 คาบ

ความคิดรวบยอด

ทรัพยากรธรรมชาติเป็นสิ่งที่ได้จากธรรมชาติ ซึ่งสามารถนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ใน
 ความเป็นอยู่ของมนุษย์ แบ่งออกได้เป็น ทรัพยากรธรรมชาติสิ้นเปลือง เช่น แร่ น้ำมัน และ
 ทรัพยากรธรรมชาติหมุนเวียน เช่น ดิน น้ำ ป่าไม้ สัตว์น้ำ สัตว์ป่า

การใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เป็นประโยชน์มากที่สุดและสูญเปล่าน้อยที่สุด ซึ่งจะต้อง
 คำนึงถึงขีดจำกัดของทรัพยากรสมดุลธรรมชาติและคุณภาพชีวิตเรียกว่าการอนุรักษ์ทรัพยากร
 ธรรมชาติ

กระบวนการเปลี่ยนแปลงหรือผลผลิตของจากทรัพยากรธรรมชาติให้เป็นวัสดุใหม่เพื่อ
 ทำเป็นเครื่องอุปโภคบริโภคโดยการใช้เครื่องจักรหรือแรงคนเพื่อให้ผลิตได้ครั้งละมาก ๆ จน
 สามารถนำไปขายเป็นสินค้าได้เรียกว่า อุตสาหกรรม

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนจะมีความสามารถ

1. สรุปความหมายของคำว่า ทรัพยากรธรรมชาติ อุตสาหกรรม และการอนุรักษ์
 ทรัพยากรธรรมชาติได้
2. อธิบายความแตกต่างระหว่างทรัพยากรธรรมชาติสิ้นเปลืองและทรัพยากรธรรมชาติ
 หมุนเวียนได้
3. บอกถึงปัญหาที่เกิดจากการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้โดยไม่มีการอนุรักษ์ได้
4. บอกวิธีการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติได้
5. ยกตัวอย่างอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ ได้

6. กำหนดเกณฑ์และจัดจำแนกอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ พร้อมยกตัวอย่างประกอบได้
7. บอกถึงคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติได้
8. สรุปเกี่ยวกับปัจจัยที่จำเป็นต่อการประกอบกิจการเป็นอุตสาหกรรมได้
9. อภิปรายบทบาทของอุตสาหกรรมที่มีต่อเศรษฐกิจและสังคมได้
10. ระบุปัญหา บอกสาเหตุที่สำคัญหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหา กำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา และบอกผลที่เกิดจากการเสนอหรือการกำหนดวิธีการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

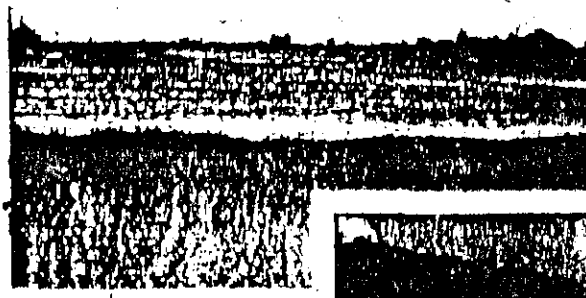
1. ครูแจกสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย ระบุปัญหาดังสมมติฐาน หรือออกแบบการทดลองและค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษา โดยมีการตั้งคำถาม ตอบคำถาม และอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มของตนเองเพื่อนำไปสู่การค้นพบแนวทางการแก้ปัญหาและการลงข้อสรุปของบทเรียนดังนี้



ก.



ข.



ค.



ง.



จ.

ภาพประกอบ 4 ทรัพยากรธรรมชาติ

- 1.1 จากภาพ นักเรียนจงระบุปัญหาเกี่ยวกับ ความหมาย ประเภท คุณค่า หรือประโยชน์ และวิธีการอนุรักษ์ให้มากที่สุด
- 1.2 จงบอกสาเหตุของปัญหาที่นักเรียนระบุในข้อ 1
- 1.3 จงอภิปรายวิธีการแก้ปัญหาตามสาเหตุ และบอกผลที่จะเกิดขึ้นจากการใช้มาตรการในการแก้ปัญหาดังกล่าวด้วย

1.4 ในการสร้างอาคารบ้านเรือน จะต้องอาศัยทรัพยากรธรรมชาติชนิดใดบ้าง และทรัพยากรธรรมชาติชนิดใดที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์โดยตรงและโดยอ้อมอย่างไร จง อภิปราย

1.5 นักเรียนคงรู้จักอุตสาหกรรมต่อไปนี้ เช่น การจักสาน การทอเส้น การสีข้าว การทำน้ำตาลทราย การทำน้ำแข็ง การทำเหมืองแร่ การทำอาหารกระป๋อง นักเรียนจงระบุปัญหาเกี่ยวกับสิ่งเหล่านี้ให้มากที่สุดในเรื่องของ ความหมาย ประเภท คุณค่า และ บทบาทที่มีต่อเศรษฐกิจและสังคม

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อแก้ปัญหาตามที่นักเรียนเสนอในข้อที่ 1 โดยการ ศึกษาข้อมูลหรือข้อเท็จจริงจาก เอกสาร แบบเรียน หรือแหล่งความรู้อื่น ๆ โดยการอภิปราย ร่วมกันเพื่อให้สามารถจัดกระทำ สื่อความหมายข้อมูล และลงข้อสรุปได้โดยเขียนเป็นรายงาน สรุปผล กลุ่มละ 1 ฉบับ

3. นักเรียนออกมารายงานผลสรุปหน้าชั้นเรียนและเปิดโอกาสให้เพื่อนนักเรียน ทั้งชั้นอภิปรายและลงสรุปร่วมกัน

สื่อการสอน

1. สถานการณ์หรือปัญหาที่จะให้นักเรียนค้นคว้า
2. หนังสืออ่านประกอบ เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและการอนุรักษ์ของกรมป่าไม้
3. แบบเรียน เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปราย การแสดงความคิดเห็น การค้นคว้าและการรายงาน
ผลสรุปของกลุ่ม
2. สังเกตจากการซักถามปัญหา การเปิดโอกาสให้เพื่อนสมาชิกได้แสดงความคิดเห็น
เพื่อร่วมกันแก้ปัญหา เน้นการปฏิบัติของกลุ่ม

แผนการสอนครั้งที่ 2 คาบที่ 3

ทรัพยากรดิน-การอนุรักษ์ดิน

เวลา 1 คาบ

ความคิดรวบยอด

ดินเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีคุณสมบัติเหมาะสมทั้งด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม การศึกษาสมบัติของดินช่วยให้สามารถปรับปรุงคุณภาพของดิน เพื่อให้เหมาะสมที่จะนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้มากขึ้น

การใช้ดินที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า เหมาะสมที่สุดกับลักษณะของดิน ในขณะเดียวกันก็มีการสงวนรักษาดินโดยการป้องกันไม่ให้เกิดการพังทลาย การสึกกร่อนและการพัฒนาดิน ตลอดจนการปรับปรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์อยู่เสมอ เป็นการอนุรักษ์ดิน การอนุรักษ์ดินทำได้โดยการปลูกพืชให้ถูกวิธี ไม่เผาหรือทำลายป่า ปรับปรุงดินโดยการไถพรวนเพิ่มความอุดมสมบูรณ์

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนตอนนี้แล้วนักเรียนจะมีความสามารถ

1. สรุปประโยชน์ที่ได้จากดินได้
2. บอกส่วนประกอบและลักษณะของดินชนิดต่าง ๆ และระบุได้ว่า ดินตัวอย่าง เป็นดินประเภทใด เหมาะสมสำหรับใช้ประโยชน์อะไร
3. บอกวิธีและปรับปรุงดินให้มีความเหมาะสมสำหรับการใช้สอยตามต้องการได้
4. อธิบายวิธีการอนุรักษ์ดินได้
5. อธิบายความหมายของคำว่า ดิน การอนุรักษ์ดินได้
6. สรุปเกี่ยวกับการใช้ดินให้เกิดประโยชน์ในลักษณะต่าง ๆ ได้
7. บอกสาเหตุที่ทำให้ดินเสื่อมโทรมหรือพังทลายได้
8. บอกถึงความจำเป็นของการอนุรักษ์ดินและวิธีการอนุรักษ์ดินได้

9. ระบุปัญหา บอกสาเหตุของปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหา บอกผลที่เกิดจากการ
เสนอวิธีการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นไว้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูแจกสถานการณ์หรือปัญหาให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย ระบุปัญหา
ตั้งสมมติฐาน หรือออกแบบการทดลองและค้นหาเกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาโดยมีการตั้งคำถาม
ตอบคำถาม และอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มของตนเองเพื่อนำไปสู่การค้นพบแนวทางแก้ปัญหา
และลงข้อสรุปของบทเรียนดังนี้



ภาพประกอบ 5 แสดงดินที่เกิดจากการทำเหมืองแร่

- 1.1 จากสถานการณ์ตามรูปภาพ นักเรียนจงระบุปัญหา บอกสาเหตุที่เป็นไปได้
กำหนดวิธีการแก้ปัญหาและบอกผลที่เกิดขึ้นจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวด้วย
- 1.2 นักเรียนจงอภิปรายคำว่า การอนุรักษ์ การอนุรักษ์ดิน พอสังเขย
- 1.3 จงอภิปรายจากแผนภาพแสดงการแบ่งประเภทของดินหน้า 6
- 1.4 จงระบุปัญหาที่เกี่ยวกับดินมาให้มากที่สุด

2. นักเรียนร่วมกันปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหาโดยการศึกษาค้นคว้าหรือข้อเท็จจริงจากเอกสารแบบเรียน จากการแสดงความคิดเห็นร่วมกันระหว่างนักเรียนภายในกลุ่มย่อยของตนเอง เพื่อให้สามารถจัดกระทำ สื่อความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้ โดยเขียนเป็นรายงานสรุปผล กลุ่มละ 1 ฉบับ

3. นักเรียนออกมารายงานผลสรุปหน้าชั้นเรียนและเปิดโอกาสให้เพื่อนนักเรียนทั้งชั้นอภิปรายและลงสรุปร่วมกัน

สื่อการสอน

1. เอกสารเราได้อะไรจากกินและป่าไม้ของกรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
2. แบบเรียนเรื่องทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมหน้า 5 - 7 และหน้า 14
3. สถานการณ์หรือปัญหาที่จะให้นักเรียนค้นคว้า

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปราย การแสดงความคิดเห็น การค้นคว้าและการรายงานผลสรุปของกลุ่ม
2. สังเกตจากการซักถามปัญหา การเปิดโอกาสให้เพื่อนสมาชิกได้แสดงความคิดเห็นเพื่อร่วมกันแก้ปัญหา เน้นการปฏิบัติของกลุ่ม

แผนการสอนครั้งที่ 3 คาบที่ 4 - 5
 เครื่องปั้นดินเผา-เครื่องเคลือบดินเผา
 เวลา 2 คาบ

ความคิดรวบยอด

ดินเหนียวเป็นดินชนิดหนึ่งที่ใช้ทำเครื่องปั้นดินเผาขึ้นเมืองทั้งชนิดเคลือบและไม่เคลือบ ดินเหนียวมีอยู่ทั่วไปทุกภาค เมื่อเผาดินเหนียวรับแรงฉีกในดินจะแปรสภาพและยึดติดไว้ด้วยกัน สีของดินเผาก็จะเปลี่ยนไปด้วย ดินเหนียวที่ใช้ทำเครื่องปั้นดินเผาจากแหล่งต่าง ๆ จะให้สีไม่เหมือนกัน ทั้งนี้เพราะส่วนผสมของโลหะออกไซด์ต่างชนิดกัน

การทำผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาและเครื่องเคลือบดินเผาประเภทต่าง ๆ นั้นใช้ส่วนผสมของดิน ชนิดของดิน และน้ำยาเคลือบต่างชนิดกัน การเผาก็ต้องใช้อุณหภูมิที่แตกต่างกันด้วย เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเรียบ ละเอียล มีรูปร่างต่าง ๆ กันตามความต้องการด้วย

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนตอนนี้แล้วนักเรียนจะมีความสามารถ

1. อธิบายวิธีการทำเครื่องปั้นดินเผาและเครื่องเคลือบดินเผาอย่างง่ายได้
2. เลือกประเภทของผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่เหมาะสมกับลักษณะของงานที่ใช้ได้
3. อธิบายความหมายของคำว่า เครื่องปั้นดินเผา เครื่องเคลือบดินเผา และเซรามิกส์ได้
4. สรุปได้ว่าดินเหนียวที่ปั้นเป็นรูปต่าง ๆ เมื่อได้รับความร้อนแล้วจะมีคุณสมบัติเปลี่ยนไป
5. ระบุสาเหตุ บอกสาเหตุที่เป็นไปได้หรือสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา กำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหาและบอกผลที่เกิดจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นได้

6. เปรียบเทียบสี เนื้อดิน ความเหนียวและความแข็งแกร่งของดินเหนียวก่อนเผา และหลังเผาได้
7. เปรียบเทียบสมบัติต่าง ๆ คือ 6 เนื้อดิน ความเหนียว และความแข็งแกร่งของดินเหนียวก่อนเผาเคลือบและหลังเผาเคลือบได้
8. สรุปและลงความเห็นจากข้อมูลที่กำหนดให้ไว้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูแจกสถานการณ์หรือปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย ระบุปัญหา ตั้งสมมติฐานหรือออกแบบการทดลอง และค้นหาเกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษา โดยมีการตั้งคำถาม ตอบคำถามและอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มของตนเองเพื่อนำไปสู่การค้นพบแนวทางแก้ปัญหา และลงข้อสรุปของบทเรียนดังนี้

การทดลองที่ 1 การทำเครื่องปั้นดินเผาอย่างง่าย

- วิธีทำ 1. นำดินเหนียวที่เตรียมไว้แล้วมาวนกลให้เข้ากันแล้วปั้นเป็นแผ่นเล็ก ๆ ขนาด $3 \times 5 \times 1$ ซม จำนวน 2 แผ่น สังเกตสี เนื้อดิน และความแข็งแกร่ง บันทึกผล
2. นำแผ่นดินเหนียวทั้งสองแผ่นไปตั้งให้แห้งประมาณ 2 วัน โดยตั้งแผ่นหนึ่งในที่ร่ม มีอากาศระบายได้ดี อีกแผ่นหนึ่งตั้งไว้กลางแจ้ง สังเกตและบันทึกผล
3. เผาดินเหนียวที่แห้งแล้วทั้งสองแผ่นประมาณ 2 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล
4. หยดน้ำลงไปในดินเหนียวที่เผาแล้วแผ่นหนึ่งใช้นิ้วจิ้มดู บันทึกผล
5. ใช้ปากจุ่มน้ำยาเคลือบทาบนแผ่นดินเหนียวที่เหลืออีกแผ่นหนึ่ง ตั้งไว้จนแห้ง นำไปเผาในเตาถ่านให้ร้อนประมาณ 3 ชั่วโมง ตั้งไว้จนเย็น สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผล

เนื่องจากการทดลองนี้ใช้เวลาทำการทดลองนาน ผู้สอนจึงเตรียมอุปกรณ์ให้นักเรียน
ศึกษา โดยการบันทึกผลที่สังเกต

1. จากสถานการณ์ของการทดลองนี้ นักเรียนจงระบุปัญหา ระบุสาเหตุที่สำคัญหรือ
สาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหา และบอกผลที่เกิดจากการเสนอวิธีการ
แก้ปัญหาดังกล่าวด้วย

2. นักเรียนจงอภิปรายความแตกต่างระหว่างดินเหนียวเผาธรรมดากับดินเหนียว
เผาเคลือบ

3. ถ้าจะทำวิชานักเรียนจะตั้งวัตถุที่ขึ้นแล้วให้แห้งก่อนนำไปเผาอย่างไร เพราะ
เหตุใด

4. จงระบุปัญหา ทั้งสมมติฐาน อภิปรายและลงข้อสรุปจากตารางต่อไปนี้

ตาราง 7 ตัวอย่างสีของเครื่องปั้นดินเผาที่เกิดจากส่วนผสมของโลหะออกไซด์ชนิดต่าง ๆ

ออกไซด์ของโลหะ	สีของเครื่องปั้นดินเผา
โคบอลต์	สีน้ำเงิน
โครเมียม	เขียวอมเหลือง-น้ำตาล
เหล็ก	น้ำตาลค่อนข้างแดง
ทองแดง	เขียวสด เขียวใบไม้
มังกานีส	น้ำตาล
โครเมียมกับดีบุก	ชมพู
พลวงกับตะกั่ว	เหลือง
ตะกั่ว	แดง

ตาราง 8 ประเภทของผลิตภัณฑ์และอุณหภูมิของเตาเผา

ประเภทของผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิของเตาเผา (°C)
1. เนื้อที่พื้นผิวภายนอกขรุขระ มีความพรุนตัว ถูกความชื้นและน้ำซึมผ่านได้	1,000 – 1,130
2. เนื้อหนาเรียบละเอียด ทึบแสง ผิวเป็นมัน น้ำซึมผ่านไม่ได้	1,250 – 1,300
3. เนื้อบาง เนียน ละเอียด สีขาว ผิว เป็นมันเห็นโปร่งแสง น้ำซึมผ่านไม่ได้	1,300 ขึ้นไป

2. นักเรียนร่วมกันปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหา โดยการพิจารณาข้อมูลหรือข้อเท็จจริงจากเอกสาร การทดลอง หรือแหล่งความรู้อื่น ๆ โดยการอภิปรายร่วมกัน เพื่อให้สามารถจัดกระทำสื่อความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้ โดยเขียนเป็นรายงานสรุปผลกลุ่มละ 1 ฉบับ

3. นักเรียนออกมารายงานผลสรุปหน้าชั้นเรียนและเปิดโอกาสให้เพื่อนสมาชิกตั้งข้อสงสัยและลงสรุปร่วมกัน

สื่อการสอน

1. สถานการณ์หรือปัญหาที่จะให้นักเรียนค้นคว้า
2. แบบเรียนเรื่องทรัพยากรธรรมชาติหน้า 8 - 9
3. ดินเหนียวที่ผึ่งในที่ร่ม กลางแดด ผึ่งแล้วประมาณ 2 วัน
4. ดินเหนียวที่ผึ่งแห้งแล้วทั้งในที่ร่มและกลางแดด และเผาแล้วนานประมาณ

2 ชั่วโมง

5. ดินเหนียวที่ทำน้ำยาเคลือบผิวเผาในเตาถ่านร้อนแดงนาน 3 ชั่วโมง
6. อื่นๆอย่าง

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปราย การแสดงความคิดเห็น การค้นคว้า และการ
รายงานผลสรุปของกลุ่ม
2. สังเกตจากการทดลอง
3. สังเกตจากการซักถามปัญหา การเปิดโอกาสให้เพื่อนสมาชิกได้แสดง
ความคิดเห็นเพื่อร่วมกันแก้ปัญหา เน้นการปฏิบัติของกลุ่ม

แผนการสอนครั้งที่ 4 คาบที่ 6

แก้ว องค์ประกอบและสมบัติ เทคโนโลยีกับผลิตภัณฑ์

เวลา 1 คาบ

ความคิดรวบยอด

แก้ว ในทางวิทยาศาสตร์เป็นของแข็งที่เกิดจากการเย็นตัวลงอย่างรวดเร็วของของเหลวโดยไม่ตกผลึก เพราะในขณะที่เย็นตัวลงนั้นความหนืดของของเหลวเพิ่มขึ้นอย่างมากจนเกิดการแข็งตัวก่อนที่จะตกผลึก แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ แก้วธรรมชาติ และ แก้ววิทยาศาสตร์

องค์ประกอบที่สำคัญของแก้ว ได้แก่ ซิลิกอนไดออกไซด์ โซเดียมออกไซด์ แคลเซียมออกไซด์ โบรอนออกไซด์ และสิ่งสำคัญที่ทำให้สมบัติของแก้วแตกต่างกันคือ ปริมาณของโบรอนออกไซด์

ในการผลิตแก้วจะต้องนำส่วนผสมต่าง ๆ มาหลอมละลายรวมกันในเครื่องผสมด้วยอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อจากนั้นก็นำไปหลอมเหลวในภาชนะหลอม ซึ่งมีอุณหภูมิสูงไม่ต่ำกว่า 1,500 °C การผลิตแก้วเป็นรูปพรรณต่าง ๆ นั้น อาจทำได้ด้วยมือโดยตลอดหรือใช้เครื่องจักรก็ได้ทั้งขึ้นอยู่กับปริมาณในการผลิต และความละเอียดประณีตของรูปพรรณ

เทคโนโลยีสมัยใหม่ที่ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์แก้วที่มีคุณสมบัติ ไม่เปราะ ไม่แตกง่าย หรือเมื่อแตกแล้วไม่เศษแก้วที่แหลมคม ไม่ลิวกระจายทำให้เกิดอันตรายจากเศษแก้วบาดได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนตอนนี้แล้วนักเรียนจะมีความสามารถ

1. อธิบายความหมายของคำว่าแก้วได้
2. บอกองค์ประกอบและสมบัติของแก้วชนิดต่าง ๆ ได้
3. อธิบายได้ว่าการผลิตแก้วต้องอาศัยความรู้และเทคนิคพิเศษเกี่ยวกับสมบัติ

ของแก้ว

4. ยกตัวอย่างและระบุคุณภาพของแก้วที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้
5. บอกวัตถุประสงค์ในการผลิตแก้วได้
6. อธิบายหลักการในการทำกระจกใ้ไฟหรือแก้วเทอร์มอสได้
7. สรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์แก้วต่าง ๆ ในท้องตลาด ต้องอาศัยความรู้ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีประกอบกับฝีมือในกรตีที่ต้องทำด้วยมือ
8. ระบุปัญหา บอกสาเหตุที่สำคัญหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ กำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา และบอกผลที่เกิดจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

กิจกรรมการเริ่มการสอน

1. ครูแจกสถานการณ์หรือปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย ระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน หรือออกแบบการทดลองและศึกษาเกี่ยวกับ เรื่องที่จะศึกษา โดยมีการตั้งคำถาม ตอบคำถาม และอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มของตนเองเพื่อนำไปสู่การค้นพบแนวทางการแก้ปัญหาและลงข้อสรุปของบทเรียนดังนี้

- 1.1 จากตารางต่อไปให้นักเรียนจงระบุปัญหาได้มากที่สุด

ตาราง 9 แสดงองค์ประกอบที่สำคัญและสมบัติของแก้ว

ชนิดแก้ว	องค์ประกอบที่สำคัญ (คิดเป็น %)				สมบัติ	
	ซิลิกอนไดออกไซด์	โซเดียมออกไซด์	แคลเซียมออกไซด์	โบรอนออกไซด์	สัมประสิทธิ์ของการขยายตัวตามเส้นต่อองศาเซลเซียส	จุดอ่อนตัว (°C)
แก้วธรรมดา	67.9	14.7	5.5	1.4	9.2×10^{-6}	550
แก้วทนไฟ	80.6	4.4	—	13.0	3.3×10^{-6}	815
แก้วควอर्टซ์	100.0	—	—	—	0.54×10^{-6}	1,625

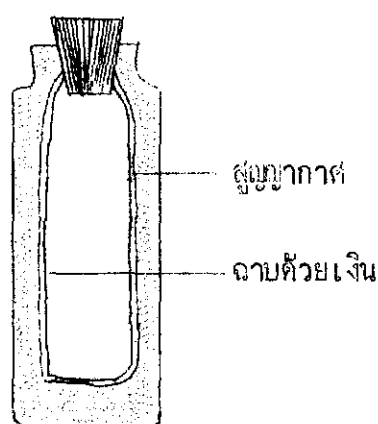
1.2 แก๊วนอกจากจะแบ่งประเภทตามวัตถุดิบที่ใช้หลอมละลายเป็นแก๊วธรรมดา แก๊วทไฟ และแก๊วเวอร์คซ์แล้วยังอาจจำแนกออกตามประโยชน์ที่ใช้เป็นเครื่องใช้ในครัวเรือน ขวด กระบอก เบลล์ ฯลฯ ในการผลิตแก๊วนี้จะต้องนำส่วนผสมต่าง ๆ มาผสมคลุกเคล้ารวมกันใน เครื่องผสมด้วยอัตราส่วนที่พอเหมาะต่อจากนั้นก็นำไปหลอมในเตาหลอมซึ่งมีอุณหภูมิสูงประมาณ ไม่ต่ำกว่า 1,500 องศาเซลเซียส ในการหลอมส่วนผสมดังกล่าวได้มี การนำเศษแก๊วที่แตกหัก จากการใช้งานผสมลงไปด้วยเพื่อช่วยให้ส่วนผสมดังกล่าวหลอมเหลวได้ง่ายขึ้น ซึ่งเป็นการใช้ เศษวัสดุที่ใช้แล้วมาแปรรูปให้มีประโยชน์ ความร้อนช่วยให้ส่วนผสมบางอย่างสลายตัวเกิด เป็นฟองก๊าซขึ้นมา จึงต้องมีการขจัดฟองก๊าซออกก่อน ที่จะนำแก๊วเหลวมาทำเป็นรูปร่าง ต่าง ๆ โดยการเป่า รีด หรือหล่อในแบบพิมพ์

จากสถานการณ์ดังกล่าวนี้ นักเรียนจรรยาบรรณ บอกลักษณะที่สำคัญ ส่วนที่เป็น ไปได้กำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา และบอกผลที่เกิดจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวด้วย

1.3 กระบวนการผลิตหรือการกระทำที่ใช้ทำตามประจักษ์ตามร้านค้า ตามสถานที่ทำงาน ต่าง ๆ ต้องเป็นกระบวนที่แข็งแกร่งก่อนจะกระทำได้ดีกว่าการกระทำหลายเท่า แต่เมื่อ แตกก็จะแตกเป็นเกล็ดเล็ก ๆ ไม่เป็นอันคม อดับเคราะห์จากเศษแก้วมาตลอดเวลาเกิดอุบัติเหตุ การผลิตกระบวนนี้ทำโดยการนำส่วนผสมลงไปในแม่พิมพ์ที่กำลังร้อนจัด มีผลทำให้ผิวหน้า ของแก้วเย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว เนื้อของแก้วก็จะหดตัวและแข็งตัวในทันที เมื่อมีการเย็นตัวลง อย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดแรงบีบภายในเนื้อแก้วมากมาย กระบวนนี้ก็จะแข็งแรง

จากสถานการณ์ดังกล่าวนี้ให้นักเรียนจรรยาบรรณให้มากที่สุด และนักเรียนคิดว่านอกจาก วิธีการดังกล่าวแล้วยังสามารถผลิตแก้วให้มีคุณภาพดีกว่านี้อีกได้หรือไม่

1.4 กระติกน้ำร้อน น้ำเย็น ต้องการแก้วที่มีคุณสมบัติยึดและหดตัวได้น้อยจึง ต้องทำขึ้นด้วยแก้วที่ผสมโบรอนหรือที่เรียกว่าแก้วทไฟ ซึ่งขยายตัวเพียงหนึ่งในสามของแก้ว ธรรมดา การทำกระติกน้ำต้องหล่อเป็นแก้วสองชั้นหลอมขอบด้านหนึ่งให้เชื่อมกับสนิท ฉาบแก้ว ส่วนที่อยู่ตรงกลางด้วยเงินขาว ๆ แล้วจึงนำไปตากอากาศออกจากไฟแรงที่อยู่ระหว่างแก้วสองชั้น ต่อจากนั้นก็นำไปหลอมให้ขอบอีกด้านหนึ่งติดกัน ถึงภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 ภาพตัดขวางของกระติกน้ำร้อน

จากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนจงระบุปัญหา เพื่อให้ได้คำตอบตามสถานการณ์

2. นักเรียนร่วมกันปฏิบัติการแก้ปัญหานี้ โดยศึกษาข้อมูลหรือข้อเท็จจริงจากเอกสาร การทดลอง หรือแหล่งความรู้อื่น ๆ โดยการอภิปรายร่วมกันเพื่อให้สามารถจัดกระทำสื่อความหมายข้อมูล และลงข้อสรุปได้ โดยเขียนเป็นรายงานสรุปผลกลุ่มละ 1 ฉบับ
3. นักเรียนออกมาสรุปผลรายงานหน้าชั้นเรียน และเปิดโอกาสให้เพื่อนสมาชิกอภิปรายและลงสรุปร่วมกัน

สื่อการสอน

1. สถานการณ์หรือปัญหาที่จะให้นักเรียนค้นคว้า
2. แบบเรียนทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมหน้า 10 - 13

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปราย การแสดงความคิดเห็น การค้นคว้าและการรายงานผลสรุปของกลุ่ม
2. สังเกตจากการซักถามปัญหา การเปิดโอกาสให้เพื่อนสมาชิกได้แสดงความคิดเห็นเพื่อร่วมกันแก้ปัญหา เน้นการปฏิบัติของกลุ่ม

แผนการสอนครั้งที่ 5 คาบที่ 7 - 8

การทดลองเพื่อให้เข้าใจกรรมวิธีในการทำแก้วให้เป็นรูปร่างต่าง ๆ โดยอาศัยสมบัติของแก้วเป็นหลัก
เวลา 2 คาบ

ความคิดรวบยอด

แก้วเมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัวลงและก่อบ้างแข็งตามเดิมได้เมื่ออุณหภูมิลดลง และ
สมบัติอันนี้จึงสามารถที่จะผลิต เป่า หรือทำให้แก้วเป็นรูปร่างต่าง ๆ ตามแบบพิมพ์ที่ต้องการได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนตอนนี้แล้วนักเรียนควรจะสามารรถ

1. บอกวิธีการตัดขวด ตัดหลอดฉีดยา ทำหลอดหยด หลอดน้ำก๊าซ และเป่าแก้วได้
2. สรุปได้ว่า แก้วมีสมบัติอ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อน สามารถทำเป็นรูปร่างต่าง ๆ
ได้ และเมื่ออุณหภูมิลดลงจะแข็งตัวคงรูปร่างอยู่ได้
3. บอกได้ว่า การที่สามารถเป่าแก้วให้เป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้เพราะ อาศัยสมบัติ
ของแก้วในขณะที่ได้รับความร้อนและเมื่ออุณหภูมิลงนั้นคือ แก้วเมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัว
มีความเหนียว ความยืดหยุ่น ทำให้เป็นรูปร่างอะไรก็ได้ ซึ่งเมื่ออุณหภูมิลงแก้วจะแข็งตัว
คงรูปร่างตามต้องการนั้น
4. ตัดขวด ตัดหลอดไฟฟ้า ทำหลอดหยด และเป่าแก้วได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ครูแจกวิธีการและเทคนิคในการตัดขวด ตัดหลอดฉีดยา ทำหลอดหยดและ
การเป่าแก้ว
2. ให้นักเรียนทดลองปฏิบัติ

3. นักเรียนออกมาสรุปผลการทดลองการปฏิบัติพร้อมทั้งระบุปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นด้วย

สื่อการสอน

1. ไม้ขีดไฟ
2. ตะไบ
3. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์
4. หลอดแก้วเล็กชนิดธรรมดา ยาว 50 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง

0.6 เซนติเมตร

5. หลอดนํ้าร้อน ขวดลิฟไฟ ขวดสปอนเซอร์
6. กระดาษหนังสือพิมพ์แช่นํ้า

การวัดและการประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจในการฝึก
2. สังเกตจากการซักถามปัญหาที่เกิดขึ้นขณะลงมือปฏิบัติการกับสมาชิกในกลุ่ม
3. สังเกตจากความตั้งใจในการทำงาน ความมีระเบียบในการทำงาน

แผนการสอนครั้งที่ 6 คาบที่ 9

สินค้าแร่ สินแร่ แร่โลหะ โลหะและโลหะผสม

เวลา 1 คาบ

ความคิดรวบยอด

แร่อาจจำแนกออกเป็นชนิดต่าง ๆ ตามส่วนประกอบทางเคมี หรือตามสมบัติทางกายภาพ เป็นแร่โลหะ แร่รัตนชาติ แร่เชื้อเพลิง หรืออาจจำแนกออกตามคุณประโยชน์ทางเศรษฐกิจเป็นแร่ประกอบหินกับแร่เศรษฐกิจ

แร่ประกอบห้วยธาตุหรือสารประกอบต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ส่วนใหญ่จะพบแร่ในรูปของสารประกอบพวกออกไซด์ คาร์บอเนตหรือซัลไฟด์ แร่ที่มีโลหะเป็นส่วนประกอบบ่มอยู่มากและมีคุณค่าต่อการลงทุน เรียกว่า สินแร่

แร่ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจหรือมีประโยชน์ทางอุตสาหกรรมต่าง ๆ แบ่งออกเป็นแร่โลหะและแร่โลหะ

โลหะประกอบด้วยอะตอมชนิดเดียวกัน โลหะผสมมีอะตอมแปลกปลอมบ่มอยู๋ด้วยซึ่งมนุษย์ได้ประดิษฐ์ขึ้นมาเพื่อให้ได้วัสดุที่มีสมบัติตามประโยชน์ที่ต้องการใช้สอย แร่โลหะที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ ได้แก่ แร่ประกอบหินบางชนิด เช่น เฟลด์สปาร์ แคลไซต์ กราไฟต์ โปแตช ทราวยแก้ว ฟอสเฟต แบไรต์ เหล็กหิน ยิบซัม ตลอดจนแร่รัตนชาติและแร่เชื้อเพลิง

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนตอนนี้แล้วนักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายเกี่ยวกับความสำคัญของแร่ที่มีต่อมนุษย์และการพัฒนาประเทศ
2. ยกตัวอย่างแร่โลหะ แร่โลหะ สินแร่ ได้
3. อธิบายความหมายของคำว่า สินแร่ แร่โลหะ โลหะและโลหะผสม ได้
4. อธิบายและสรุปเกี่ยวกับแหล่งสินแร่ที่ให้โลหะที่สำคัญในประเทศไทยได้

5. ยกตัวอย่างโลหะผสมชนิดต่าง ๆ และบอกได้ว่าเกิดจากใช้โลหะอะไรผสมกัน และประโยชน์ของโลหะผสม

6. อภิปรายเกี่ยวกับ แร่ประกอบหินและแร่เศรษฐกิจได้

7. ระบุปัญหา บอกสาเหตุแห่งปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหา และบอกผลที่เกิดจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวตามสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูแจกสถานการณ์หรือปัญหาให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย ระบุปัญหา นิยามปัญหา ตั้งสมมติฐานหรือออกแบบการทดลอง และค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาโดยมีการ ตั้งคำถาม ตอบคำถามและอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มของตน เพื่อนำไปสู่การค้นพบแนวทางการแก้ปัญหาและลงข้อสรุปของบทเรียน ดังนี้

1.1 จากตารางต่อไปนี้ นักเรียนจงระบุปัญหาให้มากที่สุด พร้อมทั้งหาแนวทางที่จะตอบปัญหาเหล่านั้นด้วย

ตาราง 10 แสดงปริมาณและมูลค่าของการส่งออกแร่ชนิดต่าง ๆ

ชนิดของแร่	ปริมาณ (เมตริกตัน)		มูลค่า (ล้านบาท)	
	ผลผลิต	ส่งออก	ผลผลิต	ส่งออก
ดีบุก	25,706	20,223	6,771.3	6,869.7
ตะกั่ว	12,230	7,830	133.8	80.7
พลวง	3,805	1,993	73.2	38.0
นิกเกิล	240,197	70,891	64.0	23.9
ดีมาร์ล	1,113,735	—	24.5	—
ทรายแก้ว	115,000	—	13.8	—
เหล็ก	50,200	—	8.0	—

1.2 แร่ประกอบด้วยธาตุหรือสารประกอบต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ มีแร่เพียงไม่กี่ชนิดที่เกิดเป็นธาตุอิสระ เช่น แร่ทองคำ ทองแดง เงิน พลาคินัม ส่วนใหญ่จะพบแร่ในรูปของสารประกอบพวกออกไซด์ คาร์บอเนตหรือซิลิเกต แร่ที่มีโลหะเป็นส่วนประกอบอยู่มากและมีมูลค่าสูงต่อการลงทุน เรียกว่า สิ้นแร่

ตาราง 11 แสดงตัวอย่างสินแร่ที่มีในประเทศไทย

สินแร่	ประเภทของสารประกอบ	โลหะที่ได้จากสินแร่
แคลซิเทอไรต์	ออกไซด์	ดีบุก
กาลีนนา	ซิลิเกต	ตะกั่ว
เยมาไคต์	ออกไซด์	เหล็ก
ซีเคอไรต์	คาร์บอเนต	
วุลแฟรมไมท์	ออกไซด์	สังกะสี
ซีไลต์		
คาลโคไพไรต์	ซิลิเกต	ทองแดง
มาลาไคต์	คาร์บอเนต	
สติบไนต์	ซิลิเกต	พลวง
สติบิโคไนต์	ออกไซด์	
โมนาไซต์	ฟอสเฟต	ทอเรียม
ซิงค์เบลนด์	ซิลิเกต	สังกะสี
หรือ		
สฟาเรอไรต์		

จากสถานการณ์และตารางดังกล่าว นักเรียนจงระบุปัญหา

1.3 โลหะประกอบด้วยอะตอมชนิดเดียวกัน โลหะที่ได้จากการถลุงแร่
 มนุษย์ได้นำมาใช้เป็นประโยชน์ในการสร้างความเจริญก้าวหน้าและอำนวยความสะดวกต่อ
 ชีวิตประจำวันอย่างกว้างขวาง การนำโลหะมาใช้ประโยชน์นั้นต้องอาศัยสมบัติเฉพาะตัวทาง
 กายภาพและทางเคมีของโลหะแต่ละชนิด เพื่อจะช่วยให้เกิดประโยชน์ได้มากที่สุด ให้นักเรียน
 ศึกษาสมบัติต่าง ๆ ของโลหะจากตารางต่อไปนี้

ตาราง 12 แสดงคุณสมบัติของโลหะ

โลหะ	จุดหลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)	ความหนาแน่น (g/cm ³)	การนำความร้อน (หน่วย)	การนำไฟฟ้า (หน่วย)
ทองแดง	1,083	2,600	9.0	390	57.9
ตะกั่ว	327	1,740	11.4	37	4.8
สังกะสี	419	960	7.1	112	16.0
ดีบุก	232	2,270	7.3	63	8.5
เงิน	961	2,210	10.5	418	60.0
เหล็ก	1,540	3,000	7.9	78	9.6
ทอง	1,063	2,970	19.3	310	45.0
อลูมิเนียม	660	2,450	2.7	190	36.6

- โลหะมีสมบัติอื่นนอกเหนือจากที่กล่าวไว้ในตารางอะไรอีกบ้าง
- ในการเลือกโลหะเพื่อใช้ทำภาชนะหุงต้ม ควรจะคำนึงถึงสมบัติข้อใดบ้าง
- นักเรียนจะเลือกใช้โลหะชนิดใด เพราะอะไร
- จากตาราง เงินนำไฟฟ้าได้ดีกว่าทองแดง แต่เหตุใดจึงใช้ทองแดงทำสายไฟฟ้า
- ทองแดงเหมาะที่จะนำมาใช้แทนฟอสหรือไม่ว่า เพราะเหตุใด
- โลหะในตาราง นำมาใช้ทำประโยชน์อะไรบ้าง

1.4 โลหะผสมมีบทบาทหลายชนิด ซึ่งมนุษย์ได้คิดประดิษฐ์ขึ้นมาเพื่อให้ได้วัสดุที่มีสมบัติตามประโยชน์ที่ต้องการใช้สอย ส่วนประกอบของโลหะผสมบางชนิดเป็นดังนี้

ตาราง 13 แสดงส่วนประกอบและประโยชน์โลหะผสม

โลหะผสม	ส่วนประกอบ	ประโยชน์
ทองเหลือง	ทองแดง สังกะสี ดีบุก	เครื่องใช้สอยต่าง ๆ เช่น กลอนประตู กะทะทองเหลือง หม้อ
เหล็กสเตนเลส	เหล็ก โครเมียม	เครื่องใช้ เช่น ส้อม มีด
นิโครม	นิกเกิล โครเมียม เหล็ก	เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทใช้ความร้อน
นาค	ทองคำ ทองแดง	เครื่องใช้ เครื่องประดับ
ตะกั่วบัดกรี	ตะกั่ว ดีบุก	เชื่อมโลหะ
แมกนีเลียม	แมกนีเซียม อลูมิเนียม	ส่วนประกอบของเครื่องบิน

๑ เหล็กสเตนเลสมีสมบัติต่างไปจากเหล็กอย่างไร

๒ นักเรียนคิดว่าแมกนีเลียมควรมีสมบัติอย่างไร

๓ นักเรียนรู้จักโลหะผสมอื่น ๆ อะไรอีกบ้าง

2. นักเรียนร่วมกันปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหาโดยการศึกษาค้นคว้าหรือข้อเท็จจริงจากเอกสาร การอภิปรายแสดงความคิดเห็นร่วมกันระหว่างนักเรียนภายในกลุ่มของตนเอง เพื่อให้สามารถจัดกระทำข้อมูล สื่อความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้ โดยเขียนเป็นรายงานสรุปผลกลุ่มละ 1 ฉบับ

3. นักเรียนออกมารายงานผลสรุปหน้าชั้นเรียนและเปิดโอกาสให้เพื่อนนักเรียนทั้งชั้นอภิปรายและลงสรุปร่วมกัน

สื่อการสอน

1. สถานการณ์หรือปัญหา
2. แบบเรียนทรัพยากรธรรมชาติ-อุตสาหกรรม หน้า 14 - 21

การวัดผลประเมินผล

1. สังเกตจากพฤติกรรมของสมาชิกในกลุ่ม ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของกลุ่ม
2. สังเกตจากการอภิปราย การแสดงความคิดเห็น การค้นคว้า และการรายงาน

ผลสรุปของกลุ่ม

3. สังเกตจากการชี้ถามปัญหาและเปิดโอกาสให้เพื่อนสมาชิกได้แสดงความคิดเห็นเพื่อร่วมกันแก้ปัญหา เน้นการแก้ปัญหากลุ่ม

แผนการสอนครั้งที่ 7 คาบที่ 10 - 11

การถลุงแร่ การแยกโลหะออกจากสินแร่ การแยกสารละลายคอปเปอร์คลอไรด์ด้วยกระแสไฟฟ้า
โลหะผสมกับสมบัติบางประการ

เวลา 2 คาบ

ความคิดรวบยอด

สินแร่ที่ขุดขึ้นมา มีดิน หินทราย และวัสดุอื่น ๆ ปนอยู่ จำเป็นต้องแยกออกจากสินแร่
การแยกโลหะออกจากสินแร่ต้องมีกระบวนการต่าง ๆ ตามชนิดแร่ กระบวนการขั้นสุดท้าย
ในการแยกธาตุหรือโลหะที่บริสุทธิ์ออกจากสินแร่ เรียกว่า การถลุงแร่

การถลุงแร่ต้องอาศัยหลักการทางเคมีหลายอย่างเพื่อทำให้สารประกอบนั้น ๆ แยก
ตัวออกมา เช่น โดยการเผาหรือโดยการให้ความร้อน โดยการใช้กระแสไฟฟ้า ฯลฯ

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนตอนนี้แล้วนักเรียนจะมีความสามารถ

1. อธิบายความหมายของคำว่า สินแร่ การถลุงแร่ ตัวรีดิวส์ได้
2. สรุปวิธีการแยกโลหะออกจากสินแร่และการทำให้โลหะบริสุทธิ์ได้
3. อธิบายหลักการชุบโลหะได้
4. บอกได้ว่า เมื่อเผาคอปเปอร์ออกไซด์กับถ่านจะให้ทองแดง
5. อธิบายได้ว่า ถ่านเป็นตัวรีดิวส์ทำหน้าที่ดึงออกซิเจนออกจากคอปเปอร์ออกไซด์
6. สรุปหลักการถลุงแร่ออกไซด์โดยการเติมตัวรีดิวส์และเขียนแผนภาพแสดงการ

ถลุงโลหะออกไซด์ได้

7. บอกได้ว่าในการแยกโลหะออกจากสินแร่ต้องใช้พลังงานความร้อน
8. ตัดสินใจว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นโดยให้สมบัติของสารเป็นเกณฑ์
9. อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสองเมื่อแยกสารละลาย

คอปเปอร์คลอไรด์

10. สรุปได้ว่า พลังงานไฟฟ้าทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี
11. สรุปได้ว่าในการถลุงโลหะออกจากสินแร่อาจใช้พลังงานไฟฟ้าได้ และการแยกโดยวิธีนี้ทำให้ได้โลหะบริสุทธิ์ถึง 99.9 %
12. สรุปได้ว่าตะกั่วกับคินุกสามารถหลอมเหลวเป็นเนื้อเดียวกันได้ตะกั่วกับคินุก
13. บอกได้ว่า ตะกั่วกับคินุกมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าตะกั่วหรือคินุก
14. ระบุปัญหา หาสาเหตุแห่งปัญหา กำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา บอกผลที่เกิดขึ้นจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหาคตามสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูแจกสถานการณ์และให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อให้สามารถระบุปัญหาที่เกิดขึ้น ตลอดจนอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการตอบปัญหาและลงข้อสรุปของบทเรียน ดังนี้
 - 1.1 การทดลองที่ 3 การแยกโลหะออกจากสินแร่
- วิธีทดลอง
- ตักคอปเปอร์ออกไซด์ประมาณ 0.75 กรัม ใส่ลงในถ้วยกระเบื้องเคลือบทนไฟ แล้วตักผงถ่านบริสุทธิ์ปริมาณเท่ากันโรยลงไปบนคอปเปอร์ออกไซด์ สังเกตลักษณะของสารก่อนเผา บันทึกผลแล้วปิดฝาด้วยถ้วยกระเบื้องเคลือบ
 - เผาด้วยตะเกียงอัลกอฮอล์ประมาณ 15 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เป็น
 - เปิดฝาดูออก ค่อย ๆ เหวสารบางส่วนทิ้ง สังเกตสารที่เหลือติดอยู่ที่ถ้วยกระเบื้องเคลือบ บันทึกผล
 - ทำการทดลองซ้ำ ตามข้อแรก โดยใช้สารเดิมแต่ไม่ต้องปิดฝาด้วยถ้วยกระเบื้องเคลือบ

ตารางบันทึกผลการทดลอง

รายการ	ลักษณะของสาร
ก่อนเผา หลังเผา : - ก. เมื่อปิดฝาด้วย ข. เมื่อเปิดฝาด้วย	

จากการทดลองนักเรียนจงระบุปัญหา และบอกวิธีการที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา และนักเรียนคิดว่าเมื่อนักเรียนได้คำตอบของการทดลองทั้งตาราง นักเรียนจะใช้คำถามเพื่อให้เพื่อนนำผลจากการนำไปตอบคำถามได้อย่างไรบ้าง จงระบุปัญหาให้มากที่สุด

1.2 การทดลองที่ 4 การแยกสารละลายคอมโพเนนต์ด้วยกระแสไฟฟ้า

วิธีทำ

- ใส่สารละลายคอมโพเนนต์ลงในอุปกรณ์แยกสารละลายด้วยไฟฟ้า
ประมาณ 2/3 ของภาชนะ
- ต่อขั้วทั้งสองเข้ากับเมตรเตอร์ 6 โวลต์ให้ครบวงจร
- สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลตั้งแต่เริ่มถึงวงจรและหลังจากนั้น
ประมาณ 5 - 10 นาที

รายการทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็น		
	ขั้วบวก	ขั้วลบ	สารละลาย
ก่อนต่อวงจร หลังต่อวงจร 5 - 10 นาที			

จากการทดลองของนักเรียน นักเรียนจะอภิปรายและลงข้อสรุปอย่างไร และจงตอบคำถามต่อไปนี้

- หลังจากต่อวงจรมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นที่อิเล็กโตรดและสารละลายหรือไม่ อย่างไร เพราะเหตุใด
- นักเรียนคิดว่าจะใช้วิธีนี้แยกสารประกอบที่เป็นของแข็งได้หรือไม่เพราะเหตุใด
- หลักการของการทดลองนี้นำไปใช้ประโยชน์อะไรได้อีกบ้าง จงอธิบาย

1.3 การทดลองที่ 5 โลหะผสมกับสมบัติบางประการ

วิธีทำ

- ใส่ทรายขึ้นลงในกล่องไม้ขีดไฟให้เต็มแล้วทำเบ้าเล็ก ๆ 3 เบ้า
- ใส่ตะกั่ว 1 กรัม ใส่ลงในเบ้ากระเบื้องแล้วเผาจนละลาย เเทลงไปในเบ้าที่ 1
- เผาตะกั่ว 1 กรัม ในเบ้ากระเบื้องจนละลายแล้วเทลงในเบ้าที่ 2
- เผาตะกั่ว 1 กรัมในเบ้ากระเบื้องจนละลายแล้วเติมตะกั่วปริมาณเท่ากัน คนให้เข้ากันจนละลาย สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผลแล้วเทลงไปในเบ้าที่ 3
- ใช้คีมคีบโลหะที่หลอมออกจากเบ้าที่ละอันทำให้เย็นลงโดยเอาน้ำเย็นราด ทำเครื่องหมายให้ชัดเจนว่าโลหะที่หลอมคืออะไร สังเกตลักษณะและบันทึกผล
- วางโลหะที่ผสมได้ ตะกั่ว และตะกั่วบัดกรีขนาดเท่ากันลงบนผากระป๋องให้ห่างกันเป็นระยะเท่ากันแล้วเผาโดยให้เปลวไฟอยู่ตรงกลางผากระป๋อง สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

จากการทดลองนักเรียนจงตอบคำถามต่อไปนี้

- เมื่อเผาตะกั่วกับตะกั่วในเบ้ากระเบื้องเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ผลที่ได้เป็นสารละลายหรือไม่ใช่อะไรเป็นเกณฑ์ในการตัดสิน
- โลหะผสม ตะกั่วบัดกรี ตะกั่ว และตะกั่วสารโคหลอมเหลวก่อน
- จากผลการทดลองนักเรียนตอบได้หรือไม่ว่าโลหะผสมที่ได้มีสมบัติอย่างไร
- เราใช้ตะกั่วบัดกรีทำอะไร

จากสถานการณ์การทดลองทั้งสามการทดลอง นักเรียนจะอภิปรายและลงข้อสรุป
อย่างไร และคิดว่ามีปัญหอะไรบ้าง

2. นักเรียนร่วมกันปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหาโดยการศึกษาข้อมูลหรือข้อเท็จจริง
จากการทดลองหรือแหล่งความรู้อื่น ๆ โดยการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มของตนเองเพื่อให้
สามารถจัดกระทำข้อมูล สื่อความหมายข้อมูล และลงข้อสรุปได้ โดยเขียนเป็นรายงานสรุปผล
กลุ่มละ 1 ฉบับ

3. นักเรียนออกมาสรุป รายงานผลหน้าชั้นเรียนและเปิดโอกาสให้เพื่อนสมาชิกได้
อภิปรายและลงสรุปร่วมกัน

สื่อการสอน

1. สถานการณ์หรือปัญหา
2. แบบเรียนทรัพยากรธรรมชาติ-อุตสาหกรรมหน้า 16 – 22
3. ชุดอุปกรณ์สำหรับทดลองเรื่องการแยกโลหะออกจากสินแร่
4. ชุดอุปกรณ์สำหรับทดลองเรื่องการแยกสารละลายคอปเปอร์คลอไรด์ด้วย
กระแสไฟฟ้า
5. ชุดอุปกรณ์สำหรับทดลองเรื่องโลหะผสมกับสมบัติบางประการ

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากพฤติกรรมของสมาชิกในกลุ่ม ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของกลุ่ม
2. สังเกตจากการอภิปราย การแสดงความคิดเห็น การทดลองและการรายงาน
สรุปของกลุ่ม เน้นการปฏิบัติของกลุ่ม

แผนการสอนครั้งที่ 8 คาบที่ 12

เรื่อ การอนุรักษ์ทรัพยากรแร่ การทดลองเรื่องการสีกร่อนของโลหะและการป้องกัน

เวลา 1 คาบ

ความคิดรวบยอด

แร่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งประโยชน์ในด้านการพัฒนาประเทศเพราะเป็นองค์ประกอบสำคัญต่อกิจการอุตสาหกรรมซึ่งจะนำไปสู่ความเจริญ การใช้ทรัพยากรแร่อย่างประหยัดและทำให้เกิดประโยชน์มากที่สุด รวมทั้งการสำรวจและขุดแร่อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนการนำเอาโลหะที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่หรือหาสิ่งอื่นมาแทนแร่เพื่อจะให้เรามีแร่ใช้ไปให้นานที่สุดเพราะแร่เป็นทรัพยากรธรรมชาติสิ้นเปลือง

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนตอนนี้แล้วนักเรียนจะมีความสามารถ

1. อภิปรายเกี่ยวกับบทบาทของแร่ที่มีต่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศได้
2. สรุปสาเหตุที่ทำให้โลหะสีกร่อนได้
3. บอกวิธีป้องกันไม่ให้โลหะเป็นสนิมได้ง่าย
4. บอกวิธีการอนุรักษ์แร่ได้
5. ระบุปัญหา บอกสาเหตุแห่งปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญห บอกผลที่เกิดจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหตามสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นได้

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูแจกสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย ระบุปัญหา และค้นหาเกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาโดยมีการตั้งคำถามตอบคำถาม และอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มของตนเอง เพื่อนำไปสู่การค้นพบแนวทางการแก้ปัญหาและลงข้อสรุปของบทเรียน ดังนี้

1.1 แร่มีประโยชน์ต่อชีวิตมนุษย์ทั้งโดยตรงและทางอ้อม กล่าวคือ

แร่ก่อให้เกิดอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น อุตสาหกรรมเหมืองแร่ อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ อุตสาหกรรมถลุงเหล็ก เป็นต้น นอกจากนี้แร่บางชนิดยังเป็นวัตถุดิบในการทำสารสังเคราะห์ เช่น ผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียมซึ่งนำมาใช้ผลิตพลาสติก ปูน เส้นใยสังเคราะห์ ยารักษาโรค

การขุดแร่ส่งไปจำหน่ายต่างประเทศเป็นจำนวนมากนับเป็นสินค้าที่สำคัญรองไปจากสินค้าที่เป็นผลผลิตทางเกษตรจึงถือได้ว่าแร่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ นอกจากนี้เรายังได้ใช้แร่ธาตุที่มีอยู่กระจุกกระจายทั่วไปในพื้นที่ในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร

แร่เป็นทรัพยากรธรรมชาติสิ้นเปลือง ถ้ามีการขุดโดยไม่มีการศึกษาและวางแผนระยะยาวว่าปริมาณแร่ที่มีอยู่ทั้งหมดเท่าใดและจะขุดอย่างไรจึงจะมีทรัพยากรแร่ใช้ได้นานที่สุด

การอนุรักษ์ทรัพยากรแร่อาจทำได้วิธีหนึ่งคือ โดยรัฐบาลจัดให้มีการควบคุมการให้สัมปทานเหมืองแร่จะอนุญาตให้ดำเนินการขุดได้ก็ต่อเมื่อมีนักวิชาการและเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพพอที่จะไม่ก่อให้เกิดการสูญเสียแร่ขณะขุด ควบคุมให้มีการขุดแร่ให้ได้ปริมาณมากที่สุดหรือตรงราคาแร่ไม่ให้ตกต่ำเกินไป

ทรัพยากรที่ได้รับความเสียหายจากการทำอุตสาหกรรมเหมืองแร่คือ ทรัพยากรดิน น้ำ และป่าไม้

จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนจงระบุปัญหา สาเหตุแห่งปัญหา และกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหาพร้อมทั้งบอกผลที่จะเกิดขึ้นจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวด้วย

1.2 การทดลองที่ 7 เรื่องการสีกร่อนของโลหะและการป้องกัน

วิธีทดลอง

- นำตะปูเหล็กขนาด 5 เซนติเมตรมา 5 ตัว

ตัวที่ 1 จุ่มลงไปในสีน้ำมันแล้วทิ้งไว้ให้แห้ง

ตัวที่ 2 จุ่มลงไปในน้ำมันชักเงาหรือยาทาเล็บแล้วทิ้งไว้ให้แห้ง

ตัวที่ 3 ทาด้วยน้ำมันหล่อลื่น

ตัวที่ 4 ไม่ต้องทำอะไร

ตัวที่ 5 เอาท่อไว้ในถุงพลาสติกแดง

- นำตะปั่วตัวที่ 1 - 4 จากที่เตรียมไว้มาชุบน้ำให้ทั่วแล้วเอาขึ้นมาวางเรียงบนกระดาษ พร้อมตะปั่วที่แห้งสนิทอีก 1 ตัวและตะปั่วที่ห่อไว้ในถุงพลาสติกแห้งทั้งทิ้งไว้ประมาณหนึ่งสัปดาห์ สังเกตและบันทึกผล (เนื่องจากการทดลองนี้ต้องใช้เวลาราว 1 สัปดาห์ ครูจึงทดลองและให้ผลที่ครบ 1 วันคาบกับนักเรียนเพื่อสรุปผลหลังจากที่นักเรียนทำการทดลองสิ้นสุดลง)

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สิ่งที่ทดลอง	ผลที่สังเกตได้
ตะปั่วเหล็ก	
ตะปั่วเหล็กชุบน้ำ	
ตะปั่วเหล็ก (ห่อในถุงพลาสติก)	
ตะปั่วเหล็กชุบน้ำมัน	
ตะปั่วเหล็กทาด้วยน้ำมันทาเล็บ	
ตะปั่วเหล็กทาด้วยน้ำมันหล่อลื่น	

จากผลการทดลองนักเรียนจงสรุป และระบุปัญหาที่นักเรียนคิดว่าจะใช้ประกอบการทดลองนี้เพื่อ ให้เข้าใจบทเรียนได้แจ่มแจ้งยิ่งขึ้น

1.3 การอนุรักษ์แร่ มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของแร่ที่มีต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการพัฒนาประเทศ เพราะแร่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อกิจการอุตสาหกรรมซึ่งจะนำไปสู่ความคิดสำคัญและวิธีการอนุรักษ์แร่ ซึ่งหมายถึงการใช้ทรัพยากรแร่อย่างประหยัดและให้เกิดประโยชน์มากที่สุดรวมทั้งการสำรวจและขุดแร่อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนการนำเอาโลหะที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ หรือหาสิ่งอื่นมาทดแทนแร่เพื่อจะได้แร่ใช้ไปได้นานที่สุดเพราะแร่เป็นทรัพยากรสิ้นเปลือง

จากสถานการณ์ดังกล่าวนี้ นักเรียนจงอภิปรายและลงข้อสรุป

1.4 เราสามารถอนุรักษ์แร่โลหะด้วยการป้องกันการสึกกร่อนของเครื่องใช้ เครื่องจักรกลทั้งหลายที่ทำด้วยโลหะแล้ว ยังอาจประหยัดแร่โลหะต่าง ๆ ด้วยการนำเอา วัสดุเก่ามาหลอมใหม่หรือหาวัสดุอื่น ๆ ที่มีสมบัติตามที่ต้องการมาทดแทน

การอนุรักษ์ทรัพยากรแร่ อาจทำได้อีกวิธีหนึ่งโดยรัฐบาลจัดให้มีการควบคุมให้ สัมปทานเหมืองแร่ จะอนุญาตให้ดำเนินการขุดได้ต่อเมื่อมีนักวิชาการและมีเครื่องมือที่มี ประสิทธิภาพพอที่จะไม่ก่อให้เกิดการสูญเสียแร่ขณะขุด ควบคุมให้มีการขุดแร่ให้ได้ปริมาณ มากที่สุด หรือตรึงราคาแร่มิให้ต่ำเกินไปจนผู้ประกอบการเหมืองแร่ต้องทิ้งกิจการ การลงทุน จะเป็นการสูญเสียเปล่า หรือควบคุมไม่ให้ราคาสูงจนเกินไปจนทำให้มีการลักลอบขุดแร่เป็นต้น

ทรัพยากรที่ได้รับความเสียหายจากการทำเหมืองแร่คือ ทรัพยากรดิน น้ำ และ ป่าไม้ ถ้าไม่มีการอนุรักษ์หรือแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นพื้นดินในแถบนั้นก็จะไร้ค่า อาจต้องไ้ งบประมาณเป็นพัน ๆ ล้านบาทเพื่อปรับปรุงให้คืนสู่สภาพเดิม

จากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนจงอภิปรายและลงข้อสรุป

2. นักเรียนร่วมกันปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหา โดยการศึกษาข้อมูลหรือข้อเท็จจริง จากเอกสาร การอภิปรายแสดงความคิดเห็นร่วมกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียนภายใน กลุ่มย่อยของตนเองเพื่อให้สามารถจัดกระทำข้อมูล สื่อความหมายข้อมูล และลงข้อสรุปได้โดย เขียนเป็นรายงานสรุปผลกลุ่มละ 1 ฉบับ

3. นักเรียนออกมารายงานผลสรุปหน้าชั้นเรียน และเปิดโอกาสให้เพื่อนนักเรียน ทั้งชั้นอภิปรายและลงสรุปร่วมกัน

สื่อการสอน

1. สถานการณ์หรือปัญหา
2. แบบเรียนทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมหน้า 31 - 34
3. ชุดอุปกรณ์สำหรับทดลองเรื่อง การสึกกร่อนของโลหะและการป้องกัน

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการทดลอง จากพฤติกรรมของสมาชิกในกลุ่ม ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของกลุ่ม
2. สังเกตจากการอภิปรายแสดงความคิดเห็น การค้นคว้า และการรายงานผลสรุปของกลุ่ม
3. สังเกตจากการซักถามปัญหาและการเปิดโอกาสให้เพื่อนสมาชิกได้แสดงความคิดเห็นเพื่อร่วมกันแก้ปัญหา เน้นการแก้ปัญหาของกลุ่ม

แผนการสอนครั้งที่ 9 คาบที่ 13 - 14

แร่โลหะ แคลไซต์และยิปซัม สมบัติของแคลเซียมซิลิเกต

เวลา 2 คาบ

ความคิรวมยอก

แร่อีกประเภทหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในรูปของสารประกอบได้โดยตรง โดยไม่ต้องมีการถลุง แร่เหล่านี้จะเรียกรวมกันว่า แร่โลหะ ตัวอย่างที่ได้เลือกมาสอน ได้แก่ แร่แคลไซต์ ยิปซัม รัตนชาติและแร่ใยหิน

แคลไซต์มีองค์ประกอบเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตและเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของ หินปูนและหินอ่อน

ยิปซัมหรือที่เรียกว่าเกิลซิด มีรูปร่างเป็นผลึกสีขาว มีแคลเซียมซิลิเกตเป็น องค์ประกอบใช้ทำปูนซีเมนต์ ปูนปลาสเตอร์ แผ่นยิปซัมบอร์ด แฉังนวล ซอสค์ และใช้ผสม ด้ำหู้ ถั่วเหลือง ทำให้แข็งตัว เมื่อเผายิปซัมจะได้ปูนปลาสเตอร์ ซึ่งประกอบด้วยแคลเซียม- ซิลิเกตที่ยังมีน้ำผลึกเหลืออยู่ประมาณ $1/4$ ส่วน ของน้ำผลึกที่มีอยู่เดิม

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนตอนนี้แล้วนักเรียนจะมีความสามารถ

1. อธิบายความหมายของคำว่าแร่โลหะ ยิปซัม รัตนชาติและแร่ใยหินได้
2. สรุปประโยชน์ของแร่แคลไซต์และยิปซัมได้
3. สรุปข้อแตกต่างระหว่างยิปซัมกับปูนปลาสเตอร์ซึ่งต่างก็มีส่วนประกอบ เป็น

แคลเซียมซิลิเกต

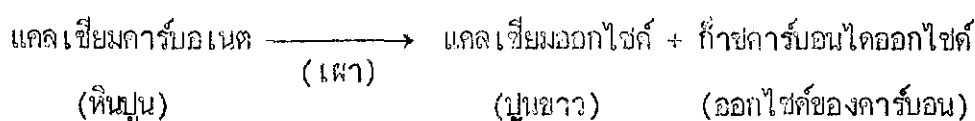
4. บอกได้ว่าเมื่อเผายิปซัมแล้วจะได้ปูนปลาสเตอร์
5. บอกได้ว่าเมื่อผสมปูนปลาสเตอร์กับน้ำแล้วทิ้งไว้ปูนปลาสเตอร์จะแข็งตัว
6. ระบุปัญหา หาสาเหตุแห่งปัญหา กำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา บอกผลที่เกิดจาก

การเสนอวิธีการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูแจกสถานการณ์หรือปัญหา วิธีการทดลอง เพื่อให้นักเรียนได้ทดลอง ร่วมกันอภิปรายเพื่อตั้งปัญหา ออกแบบการทดลอง และค้นหาเกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาโดยมีการตั้งคำถาม ตอบคำถาม และอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มของตน เพื่อนำไปสู่การค้นพบคำตอบ และลงข้อสรุปของบทเรียนดังนี้

1.1 วิธีการผลิตพูนขาวจากหินปูนเป็นอย่างไรให้นักเรียนศึกษาสมการเคมีต่อไปนี้



จากสมการเคมีนี้ นักเรียนจะระบุปัญหาให้มากที่สุด และนักเรียนคิดว่าแต่ละปัญหานั้นมีสาเหตุมาจากอะไร นักเรียนจะมีวิธีแก้ปัญหาก็เกิดขึ้นอย่างไร และคาดว่าผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาดังกล่าวจะเป็นอย่างไร และจากสมการนักเรียนจะลงข้อสรุปอย่างไร

- 1.2 ให้นักเรียนทำการทดลองที่ 6 สมบัติของแคลเซียมซัลเฟต ดังนี้
- วิธีทดลอง
- ปั่นดินน้ำมันให้เป็นเส้นหรือแบบขนาด $4 \times 4 \times 4$ cm จำนวน 4 เส้น
 - ผสมแคลเซียมซัลเฟต 10 กรัมกับน้ำ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในเบีกเกอร์ ใช้แท่งแก้วคนหรือกวนให้ทั่วประมาณ 5 นาที
 - เทของผสมลงในเบ้าสองใบตั้งทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที แกะแบบออก สังเกตลักษณะของสารที่ได้ บันทึกผล
 - นำสารที่ได้จากเบ้าอันที่ 1 มาบดให้เบบผงละเอียดแล้วเทใส่เบีกเกอร์ 2 ใบ ใบละเท่า ๆ กัน
 - นำเบีกเกอร์ใบที่ 1 มาทิ้งไว้ประมาณ 10 นาทีตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
 - เติมน้ำ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตรลงในเบีกเกอร์ใบที่ 1 คนให้ทั่วตลอดเวลา 5 นาที แล้วเทลงในเบ้าที่ 3 ตั้งทิ้งไว้อีกประมาณ 20 นาที สังเกตผล

- เติมน้ำ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตรลงในบีกเกอร์ใบที่สอง จนให้ท่วมหลอดเวลา เป็นเวลา 5 นาที แล้วเทใส่เบ้าที่ 4 ตั้งทิ้งไว้อีกประมาณ 20 นาที สังเกตผล

ตารางบันทึกผล

สารที่ใช้ทดลอง	ลักษณะของสารที่ได้
แคลเซียมซัลเฟต + น้ำ	
สารจากเบ้า + ความร้อน + น้ำ	
สารจากเบ้า + น้ำ	

- o จากผลการทดลองนักเรียนจะอภิปรายและลงข้อสรุปอย่างไร
- o แคลเซียมซัลเฟตมีสมบัติอย่างไร
- o สารจากเบ้าที่นำมาบดมีสมบัติต่างจากแคลเซียมซัลเฟตหรือไม่ อย่างไร
- o สารที่ได้จากการเผาควรจะเป็นอะไร ให้เหตุผลประกอบด้วย
- o ปูนปลาสเตอร์ใช้ทำอะไรได้บ้าง

1.3 จากการทดลองเพื่อศึกษาสมบัติบางประการของแคลเซียมซัลเฟต

นักเรียนจงระบุปัญหา บอกสาเหตุที่เป็นไปได้หรือสาเหตุที่สำคัญที่สุดของปัญหา กำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา พร้อมทั้งบอกผลที่เกิดขึ้นจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวด้วย

2. นักเรียนร่วมกันปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหา โดยศึกษาข้อมูลหรือข้อเท็จจริงจากเอกสาร จากการทดลอง หรือแหล่งความรู้อื่น ๆ โดยการอภิปรายร่วมกันเพื่อให้สามารถจัดกระทำ สื่อความหมาย และลงสรุปจากข้อมูลได้ โดยเขียนเป็นรายงานผลสรุปกลุ่มละ 1 ฉบับ

3. นักเรียนออกมาสรุปรายงานผลสรุปหน้าชั้นเรียนและเปิดโอกาสให้เพื่อนสมาชิกทั้งชั้นได้อภิปรายและลงสรุปร่วมกัน

สื่อการเรียนรู้

1. สถานการณ์หรือปัญหา
2. แผนการเรียนทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมหน้า 23 - 25
3. ชุดอุปกรณ์สำหรับทดลองเรื่องสมบัติของแคลเซียมซัลเฟต

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการทดลอง จากพฤติกรรมของสมาชิกในกลุ่ม ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของกลุ่ม
2. สังเกตจากการอภิปรายแสดงความคิดเห็น การค้นคว้า และการรายงานผลสรุปของกลุ่ม
3. สังเกตจากการซักถามปัญหาและการเปิดโอกาสให้เพื่อนสมาชิกได้แสดงความคิดเห็นเพื่อร่วมกันแก้ปัญหา เน้นการแก้ปัญหากลุ่ม

แผนการสอนครั้งที่ 10 คาบที่ 15

แร้วรันทชาติ แراء็เชื้อเพลิง

เวลา 1 คาบ

ความกักรวบยอศ

แร้วรันทชาติหรือเรรียกกัอัยางหนึ่ว่า อัณณณึ โดยมากมีกัำเนศมาจากอนัทรียัวตัศ
ต่าง ๆ และมีบางอัยางเกศจากอนัทรียัวตัศ เช่น ไข่มุก อ่าพัน ปะการังบางชนิด เป็นต้น
สมบัศสัำคัศที่ใชัจำแนกแร้วรันทชาติ และพัสัศนัว่า เป็นรันทชาติชนิดไศนอจากจะอาศัยสัสรพ
รูปลักษณะของผลัศที่เกศจากธรรมาศแล้ว ยัังมีเกศทางวศาศาสตรัที่จะบอกได้แน่นอนคั
ความแข้ง ความถ่วงจำพะาะ และค่าคัชนัหักเพของแสง

แร้วเชื้อเพลิง เป็นทรัพยาการสัำคัศในอุตสาหกรรมและการพัฒนาประเทศ และที่จะ
ศัศษาคัอไปนัเป็นสวารอนัทรียัที่มีแหล่งกัำเนศจากลัังมีชีวิศ แراء็เชื้อเพลิงที่สัำคัศได้แก่ถ่านหิน
หินน้ำมัน และปิศเลียม เป็นต้น

จุดประสัศการเรรียนรู้

เม่อจบบทเรรียนตอนนัแล้วนักรเรรียนควรจะสามารถ

1. อภิปรายเกรียวกัการเจียรระไนและการศุศพลอยได้
2. อภิปรายถึความสัำคัศของแร้วเชื้อเพลิงในการพัฒนาประเทศได้
3. บอกได้ว่าอัณณณึที่มีค่าสูงได้แก่ เพชร ทับทิม มรกศ ไขลัณ บุศราคัศ โดยใชั

เกศคัังนัคัศ รากาแพง ความนิยม ความสวยงาม เป็นต้น

4. บอกความหมายและยกตัวอัยางประกอบของคัำว่า แراء็รันทชาติและแร้วเชื้อเพลิงได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูแจกสถานการณ์หรือปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย ระบุปัญหา กำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และค้นหาเกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษา โดยมีการ ตั้งคำถาม ตอบคำถาม และลงข้อสรุปของบทเรียน ดังนี้

1.1 จากคำถามต่อไปนี้ นักเรียนพอจะบอกได้หรือไม่ว่าอันนี้มีอะไรบ้าง

เพชรน้ำดี	มันแดง	เขี้ยวใส่แสงมรกต
เหลืองใส่สกุศราคม		แดงแก่กำโกเมนเอก
สีหมอกเมฆนิลกาฬ		มุกดาหารหมอกมัว
สีสลัวเทพาย		สังวาลสายไพฑูรย์

1.2 แร่รัตนชาติโดยมากมีกำเนิดมาจากอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ และมีบางอย่างก็เกิดจากอินทรีย์วัตถุ เช่น ไข่มุก อำพัน ปะการังบางชนิด เป็นต้น สมบัติที่สำคัญที่ใช้ในการ จำแนกรัตนชาติและพิสูจน์ว่าเป็นรัตนชาติชนิดใด นอกจากจะอาศัยสีสรรพ์ รูปลักษณะของผลึก ที่เกิดตามธรรมชาติแล้ว ยังมีเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ที่จะบอกได้แน่นอนคือ ความแข็ง ความถ่วงจำเพาะ และค่าดัชนีหักเหของแสง

ไข่มุกเกิดจากการที่หอยชนิดหนึ่ง เรียกว่า หอยมุก คายสารพวกแคลเซียมคาร์บอเนต ออกมาพอกเม็ดทราย หรือวัตถุที่หลงเข้าไปอยู่ในเนื้อเยื่อหอยและทำให้เกิดการระคายเคือง แก่หอยมาก แคลเซียมคาร์บอเนตที่หอยคายออกมาพอกหุ้มสะสมกันกลายเป็นไข่มุก การที่ถือว่า ไข่มุกเป็นรัตนชาติอย่างหนึ่งนั้นก็ เพราะมีสีสวยงามหายาก นำมาใช้เป็นเครื่องประดับที่มี ราคาแพง

จากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนจงระบุปัญหาให้มากที่สุด พร้อมทั้งคิดหา แนวทางที่จะตอบปัญหาเหล่านั้นด้วย โดยวิเคราะห์หาสาเหตุแห่งปัญหา เพื่อจะได้กำหนด แนวทางแก้ปัญหาและบอกผลที่เกิดขึ้นได้

1.3 แร่รัตนชาติส่วนใหญ่ต้องเจียรระไนจึงจะเป็นประกายแวววาว และเห็นสีเด่นชัดยิ่งขึ้น การเจียรระไนคือการตัดเหลี่ยมแร่เหล่านี้สลับกันเพื่อให้แสงหักเหสะท้อนกลับไปมาภายในผลึกแล้วในที่สุดให้สะท้อนออกมาทางด้านหน้า ในธรรมชาติพลอยบางชนิดมีลายเส้นเกลือบ ๆ เกิดที่กันเม็ดพลอย ทำให้เกิดแสงสะท้อนขึ้นสู่ผิวหน้าเห็นเป็นเส้นเล็ก ๆ เรียกว่า ส่าแหวก หรือขาหรือสตาร์ จากสถานการณ์ดังกล่าวนี้นักเรียนจงระบุปัญหาให้มากที่สุด

ตาราง 14 แร่เชื้อเพลิงและประโยชน์

แร่เชื้อเพลิง	ลักษณะและส่วนประกอบ	ประโยชน์
<u>ถ่านหิน</u>		
- พีต	เป็นถ่านหินสีคล้ำ ยังมีร่องรอยของซากพืชให้เห็น ประกอบด้วยคาร์บอน 60 %	ใช้เผาแทนถ่านไม้และน้ำมันและใช้ทำปุ๋ยเคมี
- ลิกไนต์	เป็นถ่านหินสีน้ำตาล มีคาร์บอน 65.7 %	อัดโมเนียม ซัลเฟต ปุ๋ยยูเรีย
- บิทูมินัส	เป็นถ่านหินสีดำด้าน ๆ ลักษณะเหมือนดิน มีคาร์บอน 82.6 %	บิทูมินัสและแอนทราไซต์ ใช้เป็นสารรีตวซ์ในการกลึงแร่
- แอนทราไซต์	เป็นถ่านหินสีดำ มีลักษณะเป็นมันวาว มีคาร์บอน 93.5%	
<u>หินน้ำมัน</u>	เป็นหินดินดานเนื้อละเอียด เรียงตัวเป็นชั้นบาง ๆ สีน้ำตาลอ่อนถึงสีน้ำตาลแก่ มีส่วนประกอบที่เป็นสารอินทรีย์เรียกว่า เคโรเจน ซึ่งจุดไฟติด	กลั่นเอาน้ำมันใช้เป็นเชื้อเพลิงและใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเคมี กากหินน้ำมันนำมาใช้ถมดินเพื่อสร้างถนน สนามบิน คั่นกันน้ำหล่อแบบและใช้ทำวัสดุก่อสร้าง

ตาราง 14 (ต่อ)

แร่เชื้อเพลิง	ลักษณะและส่วนประกอบ	ประโยชน์
<u>ปิโตรเลียม</u>		กลั่นเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ
- น้ำมันดิบ	เป็นของเหลวใสสีเหลืองถึงเข้ม มีสีดำ เป็นสารประกอบพวกไฮโดรคาร์บอน	ทำเป็นผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม และเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเคมีปิโตรเลียม
- ก๊าซธรรมชาติ และก๊าซธรรมชาติเหลว	เป็นก๊าซไฮโดรคาร์บอนหลายชนิด เช่น มีเทน อีเทน โพรเพน บิวเทน ส่วน ก๊าซธรรมชาติเหลวจะมีส่วนผสมของ ไฮโดรคาร์บอนพวก เพนเทน เฮกเซน บนอยู่ด้วย และอาจมีไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และไฮโดรซัลไฟด์ บนอยู่ด้วย	ใช้เป็นเชื้อเพลิงและเป็น วัตถุดิบในการผลิตเมทานอล บ่อยใช้ทำผลิตภัณฑ์เคมีปิโตรเลียม

จากตารางนักเรียนจงอภิปรายและสรุปผล ระบุปัญหา บอกสาเหตุแห่งปัญหา กำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา บอกผลที่เกิดจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหา

2. นักเรียนร่วมกันปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหา โดยการศึกษาข้อมูล หรือข้อเท็จจริงจาก เอกสารหรือแหล่งความรู้อื่น ๆ โดยการอภิปรายร่วมกัน เพื่อให้สามารถจัดกระทำข้อมูล สื่อความหมายข้อมูล และลงข้อสรุปได้ โดยเขียนเป็นรายงานสรุปผลกลุ่มละ 1 ฉบับ

3. นักเรียนออกมารายงานผลการสรุปหน้าชั้นเรียนโดยนำผลจากข้อ 1 และข้อย่อย มาอภิปรายหน้าชั้นเพื่อเปิดโอกาสให้เพื่อนนักเรียนทั้งชั้นอภิปรายและลงสรุปร่วมกัน

สื่อการสอน

1. สถานการณ์หรือปัญหา
2. แบบเรียนทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม หน้า 25 - 31

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปราย การแสดงความคิดเห็นของนักเรียน การค้นคว้า และการรายงานสรุปผลของกลุ่ม
2. สังเกตจากการซักถามปัญหา การเปิดโอกาสให้เพื่อนสมาชิกได้แสดงความคิดเห็นเพื่อร่วมกันแก้ปัญหา เน้นการปฏิบัติของกลุ่ม

แผนการสอนครั้งที่ 11 คาบที่ 16 - 17

ป่า-ที่มาแห่งปัจจัยสี่และความร่มเย็น ป่าไม้และการอนุรักษ์ป่าไม้

เวลา 2 คาบ

ความคิดรวบยอด

ผืนแผ่นดินทั้งหมดที่มีพฤษชาตินานาพันธุ์ตั้งแต่ไม้เล็ก ๆ จนกระทั่งไม้ยืนต้นขึ้นอยู่
รวมกันมี สัตว์ป่า แมลง และจุลินทรีย์ต่าง ๆ อาศัยอยู่ในบริเวณเหล่านั้นเรียกว่า ป่า

ป่าไม้เป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่มีคุณค่ามากมายและอำนวยประโยชน์ให้แก่
มนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม

การอนุรักษ์ป่าทำได้หลายวิธี เช่น การปลูกสวนป่า การทำไม้อัดน้ำยา

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนตอนนี้แล้วนักเรียนจะมีความสามารถ

1. อธิบายความหมายของคำว่า ป่า ผลผลิตจากป่า สวนป่า ป่าไม้ ป่าเสื่อมโทรม
สวนพฤษชาติ สวนรุกขชาติ ไม้อัด ไม้อัดน้ำยาได้
2. อภิปรายเกี่ยวกับคุณค่าของป่าไม้ และผลกระทบที่เกิดขึ้นถ้าป่าไม้ถูกทำลาย
3. สรุปวิธีการสงวนสัตว์ป่าและป่าไม้ได้
4. สรุปอิทธิพลของป่าไม้ที่มีต่อปริมาณของออกซิเจนในอากาศและปริมาณของ
น้ำฝนที่ตกลงมา
5. สรุปประโยชน์ของป่าไม้ทั้งทางตรงและทางอ้อมได้
6. บอกสาเหตุที่ทำให้สัตว์ป่าสูญพันธุ์ตลอดจนวิธีป้องกันและแก้ไขได้
7. อภิปรายความสำคัญของป่าไม้และการอนุรักษ์ป่าได้
8. สรุปประโยชน์ของการปลูกสร้างสวนป่าได้
9. อธิบายเกี่ยวกับความจำเป็นในการอัดน้ำยาไม้และการทำไม้อัดได้

10. ระบุปัญหา บอกสาเหตุที่สำคัญหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหา กำหนดวิธีการ เพื่อแก้ปัญหและบอกผลที่เกิดจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหตามสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูแจกสถานการณ์หรือปัญหาให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย ระบุปัญหา ตั้งสมมติฐานหรือออกแบบการทดลอง และค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาโดยมีการตั้งคำถาม ตอบคำถาม และอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มของตนเองเพื่อนำไปสู่การค้นพบคำตอบและข้อสรุป ของบทเรียน ดังนี้

1.1 จากภาพ ให้นักเรียนอภิปรายถึงความงตงาม ความสับสน ความรุ่มเย็น ของป่าและสิ่งที่อยู่ใ้นป่า พร้อมทั้งบอกถึงปัญหา สาเหตุแห่งปัญหา วิธีการที่จะแก้ปัญหพร้อมทั้ง คาดผลที่จะเกิดขึ้นจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวด้วย



ภาพประกอบ 7 แสดงภาพป่าไม้

1.2 จากแผ่นพับ เอกสารที่กำหนดให้เรื่องมารู้จักป่าและต้นไม้กันเถอะ ป่าไม้ชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในประเทศไทย คุณประโยชน์ของป่าไม้ การอนุรักษ์ป่าไม้ นักเรียนจงระบุนปัญหาที่นำไปสู่ข้อสรุปของเอกสารทั้งหมดหรือกำหนดปัญหาที่ครอบคลุมคำตอบทั้งหมด พร้อมทั้งบอกสาเหตุแห่งปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหา และบอกผลที่จะเกิดขึ้นจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว

1.3 จงอธิบายสรุปถึงคุณค่าของป่าไม้ทั้งทางด้านประโยชน์ใช้สอยและ
ทางด้านจิตใจ

1.4 “รอนแรมมาได้ถึงวันที่ 12 เวลาประมาณเที่ยงวัน
ก็ถึงหุบเขาร่มรื่นมาก อยู่ในแดนหญ้าไม้แห้งแคระเข้
มีแม่น้ำน้อย น้ำใสคั่งแก้ว ไหลเลื้อยวกเวียนไปในทุ่ง
อันเขียวชอุ่มตรงที่ลาค่อย ๆ ซึ่งมีไม้ต้นค้ำออกดอกดก
ดูดังดอกไม้ ส่งกลิ่นหอมหวนกระจายไปทั่วบริเวณ ณ ที่
แห่งหนึ่งอยู่ในราวกลางหุบเขา ไม่ห่างจากแม่น้ำน้อย
นั้นนัก มีต้นไทรใหญ่หนาแน่นเป็นเงาปกคลุมลานหญ้าซึ่ง
เขียวถึงมรดกให้ร่มรื่น ลานรากที่ย่อยลงมาเป็นดินน้อย ๆ
มีจำนวนนับได้ตั้งพันต้น กลายเป็นสมุทมนุ่มไม้มีหมา
สามารถให้กองเกวียนอย่างของข้าพเจ้าตั้งสิบเท่า
พักอาศัยได้อย่างสบาย” (คัดมาจากเรื่องราชนิพนธ์
แปลและเรียบเรียงโดยเสถียรโกเศศและนาคะประทีป)

“เวลาเที่ยงอากาศกำลังร้อนจัดในทะเลทราย
เมื่อจะทอดสายตามองไปที่แห้งแล้งจนถึงขอบฟ้า จะไม่เห็น
นอกจากที่เร้งร้าง ก้นเคาะ เปล่าเปลี่ยวใจ มีแต่ทะเลทราย
สีน้ำตาลร้อนผ่าวอยู่ ภายใต้อากาศที่ปลอดโปร่งปราศจาก
เมฆ มีแต่ดวงสุริยทิตย์ที่แผดแสงจนพร่างตาประจุแสง
ทองแดงที่ถูกไฟเผา ทะเลทรายที่กล่าวนี้คือ มหาทะเลทราย
ซะฮารา อันเป็นที่กว้างใหญ่ไพศาลเป็นที่เฝ้ามองสังขารเวทนา
ปราศจากเสียงสิ่งสารพัดที่ฟังจะหาน้ำแต่เพียงหยดเดียว
ก็อันหินสักก้อนหรือโขดเนิน จนที่สู่เพียงหย่อมหญ้าสักหย่อม

เดียว ก็แสนยาก นาน ๆ ก็พ่ายทวนหอบเอาทรายขึ้นมาตลบฟุ้ง
ไปในอากาศ มีอากาศร้อนผ่าวคล้ายกับไอไฟที่มาจากเตา"
(คัดมาจากเรื่องโซไรดา นางพญาแห่งทะเลทราย แบลและ
เรียบเรียงโดยเสถียรโกเศศ)

จากความเรียงที่คัดมาทั้งสองตอนนี้ นักเรียนอ่านแล้วมีความรู้สึกอย่างไรบ้าง และ
นักเรียนคิดว่า ถ้าจะเปรียบเทียบแล้วจะให้ความรู้สึกด้านอารมณ์และจิตใจอย่างไรบ้าง

1.5 ตารางปริมาณน้ำฝนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กัน

ตาราง 15 ปริมาณน้ำฝนที่ระดับความสูงต่าง ๆ กัน

ความสูงของพื้นที่เหนือระดับน้ำทะเล (เมตร)	ปริมาณน้ำฝนที่ตกในป่ามากกว่าที่โล่ง (%)
ต่ำกว่า 100	1.4
100 - 169	14.2
500 - 700	19.0
701 - 800	43.0

จากตารางนักเรียนจงอภิปรายและลงข้อสรุป พร้อมทั้งตอบคำถามต่อไปนี้

1.5.1 นักเรียนคิดว่าป่าเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลทำให้ฝนตกเพิ่มขึ้น
หรือไม่อย่างไร

1.5.2 ป่าไม้ในที่ระดับความสูงต่างกันมีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำฝนหรือไม่
อย่างไร

1.5.3 นักเรียนจะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างระดับความสูงของพื้นที่
กับปริมาณน้ำฝนได้อย่างไร จงให้เหตุผลประกอบ

1.6 จงอภิปรายถึงสาเหตุของการสูญพันธุ์ของสัตว์ป่า และวิธีป้องกันมิให้สัตว์ป่า
ที่เหลือสูญพันธุ์ไป

1.7 นักธรรมชาติวิทยากล่าวว่า การล่าสัตว์ทั้งประโยชน์และโทษต่อระบบนิเวศน์ นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความนี้หรือไม่ จงอภิปราย

1.8 ให้นักเรียนพิจารณาพระราชพิธีของพระมหากษัตริราชเจ้าทั้งต่อไปนี้ แล้วให้อภิปรายถึงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติ

เสือไฟเพราะป่าปก	ป่ารกเพราะเสื่อยัง
ดินเย็นเพราะหญ้าบัง	หญ้ายางเพราะดินดี

1.9 ป่าไม้ถูกทำลายลงโดยวิธีใดบ้าง เรามีวิธีการอนุรักษ์ป่าอย่างไร จงอภิปรายและลงข้อสรุป

1.10 ป่า ป่าไม้ ป่าเสื่อมโทรม สวนพฤกษชาติ สวนรุกขชาติ เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไรบ้าง จงอภิปรายและลงข้อสรุป

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อแก้ปัญหาตามที่นักเรียนเสนอในข้อที่ 1 โดยมีการศึกษาข้อมูลหรือข้อเท็จจริงเพิ่มเติมจาก เอกสาร การทดลอง แบบเรียน หรือแหล่งความรู้อื่น ๆ โดยการอภิปรายร่วมกันเพื่อให้นักเรียนสามารถจัดกระทำ สื่อความหมายข้อมูล และลงข้อสรุปได้โดยเขียนเป็นรายงานสรุปผลกลุ่มละ 1 ฉบับ

3. นักเรียนออกมารายงานสรุปผลหน้าชั้นเรียนและเปิดโอกาสให้เพื่อนนักเรียนทั้งชั้นอภิปรายและลงสรุปร่วมกัน

สื่อการสอน

1. สถานการณ์หรือปัญหา
2. เอกสาร แผ่นพับของกรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
3. แบบเรียนทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมหน้า 34 - 42

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปราย การแสดงความคิดเห็น การค้นคว้าและการรายงาน
ผลสรุปของกลุ่ม
2. สังเกตจากการซักถามปัญหา การเปิดโอกาสให้เพื่อนสมาชิกได้แสดงความคิดเห็น
เพื่อร่วมกันแก้ปัญหา เน้นการปฏิบัติของกลุ่ม

แผนการสอนครั้งที่ 12 คาบที่ 18

น้ำ ทะเลและผลผลิต ห้างทะเลไทยกับการอนุรักษ์

เวลา 1 คาบ

ความคิดรวบยอด

น้ำ จัดเป็นทรัพยากรธรรมชาติหมุนเวียนที่สำคัญมากต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ โดยตรง น้ำทะเล ทะเลจัดเป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่ใหญ่ที่สุดในโลก

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนตอนนี้แล้วนักเรียนจะมีความสามารถ

1. สรุปประโยชน์ของน้ำได้อย่างละเอียด
2. อภิปรายเกี่ยวกับการอนุรักษ์น้ำตลอดจนแนวทางในการปฏิบัติในชีวิตประจำวัน
3. อภิปรายสาเหตุที่ทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำและการเน่าเสียของน้ำได้
4. อภิปรายเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ในท้องทะเลไทย ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในอ่าวไทยที่มีผลต่อทรัพยากรเหล่านี้ได้
5. บอกถึงองค์ประกอบของน้ำทะเล และประโยชน์ของอาหารทะเลได้
6. สรุปและบอกวิธีทดสอบไอโอไดด์ในเกลือได้
7. ระบุปัญหา บอกสาเหตุของปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหา และบอกผลที่เกิดขึ้นจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูแจกปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดไว้ให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า ตั้งคำถาม ตอบคำถามและร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มย่อยของตนเอง เพื่อนำไปสู่การค้นพบแนวทางการแก้ปัญหาและลงข้อสรุปของบทเรียนดังนี้

- 1.1 ทำไมจึงจัดน้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติหมุนเวียน จงอภิปราย

1.2 จงบอกประโยชน์ของน้ำที่มีต่อการดำรงชีวิตทั้งทางด้านอุปโภค-บริโภค และเศรษฐกิจ

1.3 จงอภิปราย-สรุปการอนุรักษ์น้ำตลอดจนแนวปฏิบัติในชีวิตประจำวัน

1.4 จงอภิปรายสรุปถึงสาเหตุที่ทำให้น้ำเน่าเสียมาอย่างน้อย 5 หัวข้อ พร้อมทั้งบอกแนวทางหรือวิธีการแก้ไขด้วย

1.5 ให้นักเรียนทำการทดลองที่ 8 สารประกอบไฮโดรคาร์บอนในเกลือทะเล

- วิธีทดลอง
- ตักไอโอดีนใส่ในหลอดทดลองขนาดกลาง 2 หลอด หลอดละ 2 เกล็ด
 - รินน้ำ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตรลงในหลอดที่ 1 สำหรับหลอดที่ 2 รินสารละลายโพตัสเซียมไอโอไดด์ที่มีความเข้มข้น 2 % ปริมาณเท่ากัน เขย่าสารในหลอดทั้งสอง
 - เติมน้ำแข็งสุกปริมาณ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในแต่ละหลอดสังเกตบันทึกผล
 - รินสารละลายของเกลือทะเล 5 ลูกบาศก์เซนติเมตรในหลอดทดลองขนาดกลาง เติมเกล็ดไอโอดีนลงไป 2 เกล็ด เขย่าให้เข้ากัน แล้วรินน้ำแข็งสุกปริมาณ 5 cm³ ลงไปสังเกตการเปลี่ยนแปลง และบันทึกผล

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วิธีทดลอง	ผลที่ได้
1. ไอโอดีน + น้ำ + น้ำแข็ง	
2. ไอโอดีน + สารละลายโพตัสเซียมไอโอไดด์ + น้ำแข็ง	
3. ไอโอดีน + สารละลายของเกลือทะเล + น้ำแข็ง	

จากผลการทดลองนักเรียนจะอภิปรายและลงข้อสรุปอย่างไร

1.6 จงอภิปรายเกี่ยวกับอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับสัตว์ทะเลและสิ่งอื่น ๆ ที่ได้จากทะเล

1.7 จงอภิปรายถึงความจำเป็นในการนำทรัพยากรธรรมชาติบางชนิดมาใช้ในอุตสาหกรรมเพื่อประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจของประเทศ ขณะเดียวกันก็ตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติมิให้เสียสมดุลธรรมชาติอันจะมีผลกระทบต่อการทำงานของชีวิตของมนุษย์

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อแก้ปัญหาตามที่เสนอในข้อที่ 1 โดยการศึกษาข้อมูลหรือข้อเท็จจริงจากเอกสาร แบบเรียน การทดลอง หรือแหล่งความรู้อื่น ๆ โดยการอภิปรายร่วมกันเพื่อให้สามารถจัดกระทำ สื่อความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้โดยเขียนรายงานสรุปผลกลุ่มละ 1 ฉบับ

3. นักเรียนออกมารายงานสรุปหน้าชั้นเรียนและ เปิดโอกาสให้นักเรียนทั้งชั้นอภิปรายและลงสรุปร่วมกัน

สื่อการสอน

1. สถานการณ์หรือปัญหา
2. ชุดอุปกรณ์สำหรับทดลอง เรื่องสารประกอบไอโอไดค์ในเกลือทะเล
3. แบบเรียนทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมหน้า 42 - 45

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปราย การแสดงความคิดเห็น การค้นคว้าและรายงานผลสรุปของกลุ่ม
2. สังเกตจากการซักถามปัญหา การเกิดโอกาสให้นักเรียนทั้งชั้นได้แสดงความคิดเห็นเพื่อร่วมกันแก้ปัญหา เน้นการปฏิบัติการของกลุ่ม

แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบทดสอบอัตนัย เขียนตอบสั้น ๆ โดยในแบบทดสอบจะกำหนดสถานการณ์มาให้และให้นักเรียนตอบภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงที่ให้ตามสถานการณ์เท่านั้นและตอบให้ครบทุกขั้นตอนในข้อหนึ่ง ๆ โดยจะตรวจให้คะแนนขั้นตอนละ 1 คะแนน
2. แบบทดสอบมีทั้งหมด 8 ข้อ จำนวน 9 หน้า ใช้เวลาสอบ 70 นาที
3. ให้นักเรียนเขียนคำตอบในแบบทดสอบนี้ ข้อที่ยากหรือคิดคำตอบยังไม่ได้ควรจะเว้นไว้ แล้วไปทำข้อที่คิดได้ก่อนจากนั้นจึงย้อนกลับมาทำข้อที่เว้นไว้ภายหลัง
4. คิดให้รอบคอบก่อนตอบ ถ้ามีปัญหาให้ถามอาจารย์ผู้คุมสอบ
5. ให้เขียนชื่อ นามสกุล ชั่งลงในแบบทดสอบนี้

ชื่อ
ชั้น
เลขที่

1. ไฟศาลศิริใช้ยาฆ่าแมลงชนิดหนึ่งในการกำจัดแมลงในคอกวัวแห่งหนึ่ง ใน
ระยะแรก ๆ การพ่นยาทุก ๆ สัปดาห์สามารถฆ่าแมลงได้แทบทุกตัว หลังจากการพ่นยา
หลาย ๆ ครั้งปรากฏว่า ยาฆ่าแมลงมีผลน้อยลงทุกทีจนกระทั่งไม่มีผลเลย ได้มีผู้เสนอว่า
ฤทธิ์ยาฆ่าแมลงเสื่อมลงตามอายุของยา และปรากฏว่าเมื่อใช้ยาฆ่าแมลงที่ทำเสร็จใหม่ ๆ
ก็ยังฆ่าแมลงได้น้อยตัวมาก

1.1 จากสถานการณ์อะไรคือปัญหาที่สำคัญที่สุด

.....
.....

1.2 จากปัญหาดังกล่าวนักเรียนจะระบุสาเหตุต่าง ๆ หรือสาเหตุที่เป็นไป
ได้ของปัญหา

.....
.....
.....

1.3 จงเลือกสาเหตุที่สำคัญที่สุดมากำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา

.....
.....
.....
.....

1.4 จากวิธีการดังกล่าวนักเรียนจะลงข้อสรุป

.....
.....
.....
.....

2. ในบริษัทแห่งนี้ คนงานต้องทำงานอย่างหนักด้วยความเร่งรีบจนไม่ได้พักผ่อน
หลายคนมีอาการอ่อนเพลียมากจนเห็นได้ชัดเจน บางคนก็ยังดูเป็นปกติแต่เนื่องจากเป็นช่วง
ของการเร่งงานทางบริษัทจึงไม่สั่งให้พัก ในวันต่อมาปรากฏว่าคนงานคนหนึ่งถูกเครื่องจักร
ตัดมือขาด

2.1 จากสถานการณ์นักเรียนจะระบุปัญหาอย่างไร

.....
.....

2.2 จงบอกสาเหตุต่าง ๆ ของปัญหา

.....
.....
.....
.....

2.3 จงเลือกสาเหตุที่สำคัญที่สุดมากำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา

.....
.....
.....
.....

2.4 จากวิธีการดังกล่าวนักเรียนจงลงข้อสรุป

.....
.....
.....
.....
.....

3. ชาวไร่มันสำปะหลังคนหนึ่งทำการเพาะปลูกมันสำปะหลังจำนวน 5 ไร่ ในปีแรกปรากฏว่า มันสำปะหลังที่ปลูกมีปริมาณและคุณภาพดี ในปีที่ 2 ทำการเพาะปลูกจำนวนเท่าเดิมปรากฏว่าผลผลิตน้อยลงและลดลงทุกปีจนปีที่ 5 ปรากฏว่าผลผลิตต่ำมากจนทำให้ชาวไร่ขาดทุนทั้ง ๆ ที่ราคามันสำปะหลังยังคงเดิมตลอดมาและตลอด 5 ปีไม่มีปัญหาเรื่องแมลงที่เป็นศัตรูโรคพืช

3.1 นักเรียนคิดว่าอะไรคือปัญหาที่สำคัญของชาวไร่มันสำปะหลัง

.....

.....

3.2 จงบอกสาเหตุต่าง ๆ ของปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

3.3 นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาที่สงสัยดังกล่าวข้างต้นอย่างไร

.....

.....

.....

3.4 จากวิธีการดังกล่าวนักเรียนจงลงข้อสรุป

.....

.....

.....

.....

4. สมชายปลูกต้นหมากเหลืองที่มีขนาด ความสมบูรณ์ ความสูง จำนวนใบใกล้เคียงกันมากไว้ในกระถาง 4 ใบ ใบละต้น วางกระถางไว้ในบริเวณเดียวกัน สังเกตเห็นว่า ต้นหมากเหลืองมีการเจริญเติบโต งอกงาม จากการผลิใบ สีเขียวของใบ จากนั้นสมชายก็ได้นำกระถางใบไว้ในห้องนั่งเล่นและในห้องน้ำแห่งละ 1 กระถาง และที่เหลืออีกสองกระถาง เขาตั้งทิ้งไว้ในสวนดอกไม้หน้าบ้านที่มีแสงแดดส่องถึงตลอดเวลา อีกสองสัปดาห์ต่อมาสมชายพบว่า ต้นหมากเหลืองที่อยู่ในห้องนั่งเล่นและในห้องน้ำมีสีเขียวของใบเปลี่ยนไปเป็นสีเหลือง ไม่งอกงามเหมือนสองต้นที่อยู่ในสวนดอกไม้

4.1 จากสถานการณ์ที่เรากล่าวมาปัญหาคือว่าสาเหตุที่สำคัญที่สุดของสมชายคืออะไร

.....

4.2 จากปัญหาดังกล่าวจงระบุสาเหตุต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ของปัญหา

.....

4.3 จงกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหาตามสาเหตุที่สำคัญที่สุดเพียง 1 วิธี

.....

4.4 ผลจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวจะเป็นอย่างไรจงลงข้อสรุป

.....

5. "เมื่อประมาณหนึ่งร้อยปีมาแล้วมีนายแพทย์ทหารเรือชาวญี่ปุ่นคนหนึ่งได้สังเกตพบว่า มีโรคชนิดหนึ่งที่มักเป็นกับทหารเรือ เขาจึงสั่งให้ทำความสะอาดเรือทุกลำอย่างเข้มงวดกวดขัน แต่ก็ยังปรากฏว่าทหารเรือยังเป็นโรคชนิดนี้เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ นอกจากนี้เขายังพบว่าคนที่อยู่ในเมืองหรือตัวจังหวัดเป็นโรคชนิดนี้มากกว่าคนที่อยู่ในชนบทและไม่ปรากฏรายงานว่ามีโรคชนิดนี้กับลูกเรือคนใดในเรือรบอังกฤษเลยแต่กลับ เป็นกับลูกเรือชาวเอเชียเท่านั้น

นายแพทย์ชาวญี่ปุ่นผู้นี้ได้เสนอผู้บังคับบัญชาขออนุญาตนำเรือสองลำที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันออกทะเลในเวลาเท่า ๆ กันและให้มีคนเรือที่มีสุขภาพแข็งแรงจำนวนเท่ากัน ยกเว้นอาหารที่บริโภคโดยให้ทหารเรือในลำหนึ่งบริโภคอาหารชนิดเดียวกับลูกเรือชาวอังกฤษส่วนอีกลำให้อาหารตามธรรมดาของญี่ปุ่นคือข้าวเจ้า"

จากข้อความข้างต้นนี้ ถ้านักเรียนเป็นนายแพทย์ชาวญี่ปุ่นคนนั้น

5.1 นักเรียนจะกำหนดปัญหาว่าอย่างไร

.....

5.2 จงระบุสาเหตุต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ของปัญหาให้มากที่สุด

.....

.....

.....

5.3 จงเลือกสาเหตุที่สำคัญที่สุดมา 1 สาเหตุเพื่อกำหนดวิธีการแก้ปัญหาพร้อมทั้งบอกวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วย

.....

.....

.....

5.4 จากวิธีการในข้อ 5.3 ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

6. ในปัจจุบันสภาวะแวดล้อมไม่เพียงแต่เปลี่ยนแปลงไปตามธรรมชาติเท่านั้น
มนุษย์เป็นวิศวกรสำคัญที่ทำให้สภาวะแวดล้อมเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอีกทางหนึ่งเป็นการ
เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วมาก ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนในประเทศไทยเรา เช่น ป่าไม้จาก
ข้อมูลของกรมป่าไม้ที่รายงานว่าประเทศไทยมีเนื้อที่ทุกภาครวมกัน 513,115.02
ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2521 ได้สำรวจเนื้อที่ป่าทุกภาคมีอยู่รวม 175,224
ตารางกิโลเมตร (34.15 %) ในปี พ.ศ. 2525 มีเนื้อที่ป่าเพียง 156,600
ตารางกิโลเมตร หรือ 30.52 % ของเนื้อที่ป่าทั้งหมด ถ้าคิดถึงปริมาณเนื้อที่ป่าที่ลดลงใน
ช่วง 4 ปีนี้ถึงร้อยละ 10.62 ซึ่งนับว่าเป็นตัวเลขที่สูงมาก

6.1 นักเรียนคิดว่าอะไรคือปัญหาที่สำคัญตามสถานการณ์นี้

.....
.....
.....

6.2 จงบอกสาเหตุต่าง ๆ ของปัญหา

.....
.....
.....

6.3 จงกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา 1 วิธีการ

.....
.....
.....

6.4 ผลจากการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร

.....
.....
.....

7. ชาญฉลาดเป็นหัวคักจุมก หายใจไม่ค่อยออก ลุงของเขาซึ่งเป็นนายแพทย์แผนโบราณ จึงแนะนำให้ใช้น้ำคันทอมมาดื่มแล้วสูดไอน้ำคันทอมนั้น ชาญฉลาดจึงทำตามปรากฏว่า อาการคักจุมกของเขาบรรเทา รู้สึกสบายขึ้นและเขาจะต้องทำอย่างนี้ทุกครั้งที่มีอาการคักจุมก ซึ่งเขารู้สึกเบื่อหน่ายที่ต้องมาคอยก่อกองไฟต้มน้ำจึงคิดหาวิธีการสกัดเอาน้ำคันทอมระเหยจากคันทอมมาใช้

7.1 ปัญหาที่สำคัญของชาญฉลาดคืออะไร

.....

.....

7.2 จงบอกสาเหตุต่าง ๆ ของปัญหา

.....

.....

.....

7.3 จะกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหาอย่างไร

.....

.....

.....

7.4 ผลที่เกิดขึ้นจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวจะเป็นอย่างไร

.....

.....

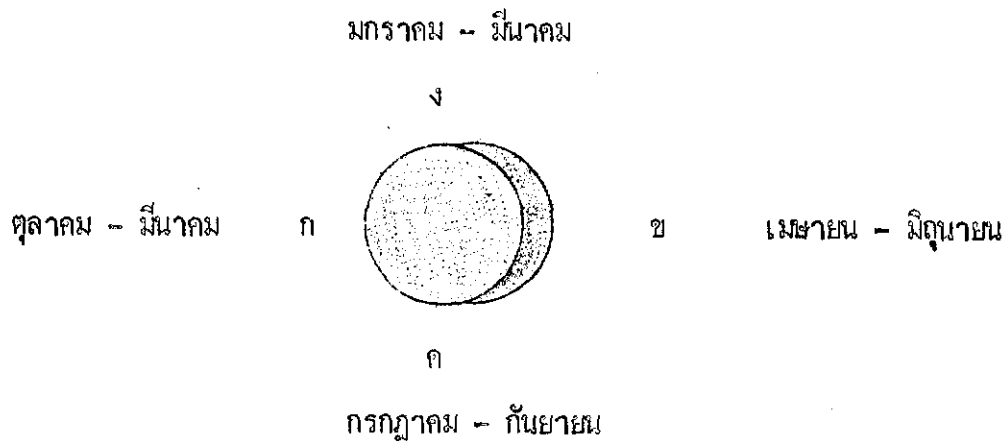
.....

.....

.....

.....

8. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงกระบวนการทับถมของทรายที่เกิดโดยลม ขอให้
นักเรียนศึกษาแผนภาพต่อไปนี้



โดยทั่ว ๆ ไปความเร็วลมจะเท่ากันทุก ๆ ด้านจึงทำให้เม็ดทรายกองรวมกันอยู่ใน
ลักษณะเป็นรูปทรงกลม และในบางครั้งกองทรายไม่สามารถจะอยู่ในรูปทรงนี้ได้ตลอดเวลาจะ
ไหลเลื่อนจนมีลักษณะคังรูป ดังนั้นถ้านักเรียนเห็นกองทรายในที่ต่าง ๆ ก็พอจะบอกทิศทาง
ของลมที่พัดผ่านได้

8.1 จากลักษณะของกองทรายนักเรียนจะตั้งปัญหาอย่างไร

.....

8.2 จงบอกสาเหตุต่าง ๆ ของปัญหา

.....

.....

8.3 จงเลือกสาเหตุที่สำคัญที่สุดของปัญหามากำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา

.....

.....

8.4 ผลจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวจะเป็นอย่างไร

.....

.....

ตาราง 16 วิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่องทรัพยากร
ธรรมชาติและอุตสาหกรรม

เนื้อหา \ พฤติกรรม	ความรู้- ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	รวม	อันดับ ความ สำคัญ
1. ทรัพยากร สมบัติของชาติ		1	2		3	4
2. ทรัพยากร ธรรมชาติและ อุตสาหกรรม		2	1		3	4
3. ทรัพยากรที่ดิน	3	5	3	5	16	2
4. สินจากแร่	6	10	7	6	29	1
5. ป่าไม้ที่มาแห่ง ปัจจัยสี่และ ความร่มเย็น		1	5	1	7	3
6. น้ำ		1		1	2	6
รวม	9	20	18	13	60	
อันดับความสำคัญ	4	1	2	3		

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น ลงในกระดาษคำตอบ
2. แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบเลือกตอบมีทั้งหมด 60 ข้อ 19 หน้า ใช้เวลาในการทดสอบ 50 นาที
3. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายหรือข้อความใด ๆ ลงบนตัวแบบทดสอบ
4. การตอบให้ทำเครื่องหมาย X ทับช่อง ก ข ก ง หรือ จ ให้ตรงกับข้อที่นักเรียนเลือกในกระดาษเพียงคำตอบเดียว เช่น
ข้อ 0 ก ข ก ง จ
 () () (X) () ()
ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมาย = ทับคำตอบเดิม และทำเครื่องหมายให้ตรงกับช่องตัวอักษรที่เป็นคำตอบใหม่ เช่น ต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่จากข้อ ก ให้เป็นข้อ ข ให้ทำดังนี้
ข้อ 0 ก ข ก ง จ
 (X) () (X) () ()
5. ไม่ควรเสียเวลากับข้อที่ยากหรือติดคำตอบยังไม่ได้ควรจะเว้นไว้แล้วไปทำข้อที่คิดได้ก่อนจึงย้อนกลับมาทำข้อที่เว้นไว้ภายหลัง
6. คิดให้รอบคอบก่อนตอบ ถ้ามีปัญหาให้ถามอาจารย์ผู้คุมสอบ

1. ทรัพยากรธรรมชาติที่แตกต่างจากชนิดอื่น ๆ คือข้อใด ?
 - ก. แสงแดด
 - ข. น้ำ
 - ค. สัตว์ป่า
 - ง. แร่ธาตุ
 - จ. ป่าไม้
2. ข้อใดจัดเป็นอุตสาหกรรมประเภทเดียวกันทั้งหมด ?
 - ก. บุนชีเมนต์ ทำกระสอบ สีขาว
 - ข. ทำร่มกระดาษ ทำกระสอบ สีขาว
 - ค. สีขาว ทำร่มกระดาษ บุนชีเมนต์
 - ง. บุนชีเมนต์ ทำร่มกระดาษ ทำกระสอบ
 - จ. ทำกระสอบ ทำร่มกระดาษ บุนชีเมนต์ สีขาว
3. อุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นจำเป็นต้องอาศัยทรัพยากรธรรมชาติในการผลิตขึ้นเนื่องจากอะไร ?
 - ก. ทรัพยากรธรรมชาติมีจำนวนน้อยเกินไป
 - ข. ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่มีปริมาณไม่เท่ากัน
 - ค. ทรัพยากรธรรมชาติแต่ละประเภทนั้นไม่เหมือนกัน
 - ง. ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่มีอย่างจำกัดและไม่เหมือนกัน
 - จ. ทรัพยากรธรรมชาติมักจะมีสภาพไม่เหมาะแก่การใช้ประโยชน์โดยตรง
4. เรานำดินเหนียวมาปั้นเป็นอิฐแล้วนำไปเผาไฟเป็นการกล่าวหรือทอดลงเพื่อสรุปอย่างไร ?
 - ก. อิฐเมื่อเผาแล้วจะแข็งคล้ายหิน
 - ข. อิฐมีประโยชน์ในการก่อสร้างมาก
 - ค. สสารจะขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน
 - ง. สสารทุกชนิดเมื่อเผาแล้วจะแข็งเหมือนหิน
 - จ. ความร้อนทำให้สีและเนื้อของสารเปลี่ยนไป

5. ดินเหนียวซึ่งเกิดจากน้ำ อากาศ อนุภาคของแร่ต่าง ๆ และสารประกอบอีกมากมาย หลังจากเผาไฟแล้วจะแตกต่างจากเมื่อก่อนเผาอย่างไร ?
- ทั้งมวลและปริมาตรเพิ่มขึ้น
 - ทั้งมวลและปริมาตรลดลง
 - มวลเพิ่มขึ้นแต่ปริมาตรลดลง
 - มวลลดลงแต่ปริมาตรเพิ่มขึ้น
 - มวลคงเดิมแต่ปริมาตรลดลง
6. การกระทำในข้อใดต่อไปนีถือว่า เป็นการอนุรักษ์ดิน ?
- ปลูกพืชพืชมาก ๆ
 - ปล่อยทิ้งไว้ตามธรรมชาติ
 - เผาและทำลายป่าไม้เพื่อทำนุ้ย
 - ใส่ปุ๋ยเพิ่มขึ้นหลังจากการไถพรวนดิน
 - ปลูกพืชที่เจริญเติบโตเร็วในดินนั้นเรื่อย ๆ
7. การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติหมายถึงข้อใด ?
- การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างประหยัด
 - การห้ามใช้ทรัพยากรธรรมชาติประเภทสิ้นเปลือง
 - การส่งเสริมให้ประชาชนรู้คุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติ
 - การรักษาสภาพของธรรมชาติให้คงสภาพเดิมตามธรรมชาติ
 - การใช้และรักษาสภาพของธรรมชาติให้คงสภาพเดิมตามธรรมชาติ
8. อุตสาหกรรมประเภทใดต่อไปนีที่ใช้ทรัพยากรธรรมชาติประเภทหมุนเวียนเป็นวัตถุดิบ ?
- แก้ว เหมืองแร่
 - อาหารกระป๋อง เหล็กกล้า
 - เหมืองแร่ ปิโตเคมีคอล
 - ปิโตเคมีคอล เครื่องดื่มบรรจุขวด
 - เครื่องดื่มบรรจุขวด อาหารกระป๋อง

9. ดินที่เหมาะสมสำหรับนำมาทำเครื่องปั้นดินเผาควรมีคุณสมบัติอย่างไร ?
- มีความพรุนน้อย
 - มีความพรุนมาก
 - มีความเหนียวและอนุภาคเล็ก
 - มีความเหนียวและอนุภาคใหญ่
 - มีความพรุนมาก มีความเหนียวและอนุภาคเล็ก
10. อิฐที่ใช้ในการก่อสร้างที่มีสีแดงเป็นเพราะในดินเหนียวที่ใช้มีสารใดเจือปนอยู่ ?
- เหล็กออกไซด์
 - ตะกั่วออกไซด์
 - แร่เฟลสปาร์
 - โคบอลต์ออกไซด์
 - แมงกานีสไดออกไซด์
11. หม้อดินเผาธรรมดาต่างจากหม้อดินเผาเคลือบอย่างไร ?
- เผาธรรมดาผิวเรียบน้ำซึมผ่านได้
 - เผาธรรมดาผิวเรียบน้ำซึมผ่านไม่ได้
 - เผาธรรมดาผิวขรุขระน้ำซึมผ่านได้
 - เผาธรรมดาผิวขรุขระน้ำซึมผ่านไม่ได้
 - จะไม่ต่างกันถ้าทำจากดินเหนียวชนิดเดียวกัน
12. สิ่งใดต่อไปนี้เป็นอุปสรรคต่อการอนุรักษ์ดิน น้ำและสัตว์ป่าในเวลาเดียวกัน ?
- การสร้างเขื่อนกั้นน้ำ
 - การตัดไม้ทำลายป่า
 - การปรับปรุงดินโดยใช้ปุ๋ยเคมีวิธี
 - ความลาดชันของพื้นที่บริเวณต้นน้ำ
 - การเผาป่าและทำไร่เลื่อนลอยของชาวเขาเผ่าต่าง ๆ

ตารางแสดงสมบัติต่าง ๆ ของโลหะ

โลหะ	จุดหลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)	ความหนาแน่น (g/cm ³)	การนำความร้อน (หน่วย)	การนำไฟฟ้า (หน่วย)
ทองแดง	1,083	2,000	9.0	390	57.9
ดีบุก	232	2,270	7.3	63	8.5
เงิน	961	2,220	10.5	418	60.0
ทองคำ	1,063	2,970	19.3	310	45.0
อลูมิเนียม	660	2,450	2.7	190	36.6

จากตารางที่กำหนดจงตอบคำถามข้อ 13 - 14

13. ผู้ทดลองคนหนึ่งมีอุปกรณ์และทำการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

อุปกรณ์ 1 ขันเงิน ขันอลูมิเนียม ขนาดเท่ากันอย่างละหนึ่งใบ

2 น้ำ

3 ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์

การทดลอง 1 ใส่ น้ำ ใน ขัน ทั้ง สอง ใบ เท่า ๆ กัน

2 ต้ม น้ำ ใน ภาชนะ ทั้ง สอง ให้ เดือด โดย เริ่ม ต้ม พร้อม ๆ กัน

3 บันทึก ระยะเวลา ที่ น้ำ ใน แต่ละ ภาชนะ เดือด

การทดลองนี้ต้องการทดสอบเกี่ยวกับเรื่องใด ?

ก. จุดเดือด

ข. จุดหลอมเหลว

ค. ความหนาแน่น

ง. การนำความร้อน

จ. การนำไฟฟ้า

14. วัดแห่งหนึ่งจะหล่อพระพุทธรูปโดยมีวัสดุที่ชาวบ้านนำมาพร้อมคือ เข็มขัดเงิน แหวนทองคำ ช้อนลุมินียม ถากทองแดง และเหรียญตึก เทหล่อจะต้องมีอุณหภูมิอย่างน้อยที่สุด กี่องศา ?
- 3,000 °C
 - 1,100 °C
 - 1,000 °C
 - 700 °C
 - 300 °C
15. และจากตารางสมบัติของโลหะนี้เรานิยมใช้ลุมินียมทำสายไฟฟ้าแรงสูงเพราะอะไร ?
- เบาและนำความร้อนได้ดี
 - เบาและนำไฟฟ้าได้ดี
 - นำความร้อนไม่ดีแต่นำไฟฟ้าได้ดี
 - นำความร้อนได้ดีแต่นำไฟฟ้าไม่ดี
 - จุดหลอมเหลวค่อนข้างต่ำหาง่ายเมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านมาก ๆ
16. ข้อความใดต่อไปนี้ที่นักเรียนคิดว่าไม่จริง ?
- ดินและหินเหมือนกันเพราะต่างก็เป็นของผสม
 - ดินคือส่วนของผิวโลกซึ่งต้นไม้จะเจริญเติบโต
 - ดินคือส่วนละลายออกจากหินปนกับอินทรีย์วัตถุ
 - ดินเกิดก่อนหินเพราะดินเป็นตะกอนซึ่งจะกลายเป็นหินตะกอนในที่สุด
 - ดินเหนียวจากแหล่งต่าง ๆ เมื่อนำไปเผาแล้วให้สีไม่เหมือนกันเพราะมีแร่ธาตุต่าง ๆ ที่ปนอยู่ต่างชนิดกัน
17. แก้วเมื่อได้รับความร้อนจะมีคุณสมบัติอย่างไร ?
- มีความแข็งเพิ่มขึ้น
 - หลอมละลายได้เร็วขึ้น
 - ขยายตัวได้มากขึ้น
 - อ่อนตัวมีความเหนียวยืดหยุ่นได้
 - อ่อนตัวมีความหนืดแต่ไม่ยืดหยุ่น

18. ตารางแสดงการทรุดตัวของดิน ตำบล ก, ข, ค จากระดับที่เริ่มศึกษาในช่วงเวลา 6 เดือน

ตำบล \ เดือน	ระยะที่ทรุดตัวจากระดับที่เริ่มศึกษา (mm)					
	1	2	3	4	5	6
ก	0.2	0.5	1.2	1.9	2.2	2.3
ข	0.3	0.6	1.3	2.1	2.4	2.5
ค	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2

จากข้อมูลในตารางสรุปได้ว่า

- ก. ในเดือนต่อไป ดินในตำบล ค จะไม่ทรุดตัว
 - ข. ในเดือนต่อไป ดินในตำบล ก และ ข ควรจะทรุดตัวลงอีกประมาณ 1
 - ค. การทรุดตัวของดินในตำบล ค น้อยกว่าการทรุดตัวของดินในตำบล ก และ ข มาก
 - ง. ปริมาณน้ำในดินของตำบล ค มีน้อยกว่าปริมาณน้ำในดินของตำบล ก และ ข มาก
 - จ. ตำบล ก มีความเหมาะสมที่จะสร้างอาคารมากที่สุดเนื่องจากการทรุดตัวของดินไม่มากนักและสภาพของดินไม่แข็งจนเกินไป
19. เราจะสังเกตเห็นว่าประเทศไทยเราเกิดสภาวะน้ำท่วมและภาวะแห้งแล้งบ่อยครั้ง ทั้งนี้ น่าจะเนื่องมาจากอะไร ?
- ก. เพราะดินส่วนใหญ่เป็นศิลาแลงซึ่งเป็นดินเหนียวสีแดงที่เปื่อยและอุดมสมบูรณ์แต่เมื่อผิวหน้าดินเปิดกระทบอากาศแห้งก็จะแข็งตัว
 - ข. มีการทดลองระเบิดปรมาณูของชาตินาอานาจาบ่อยครั้งมีผลทำให้บรรยากาศได้รับความกระทบกระเทือน
 - ค. มีการขุดคลองกคลองและแม่น้ำบ่อยครั้งจึงทำให้น้ำไหลสะดวกเกิดน้ำท่วมมากและแห้งแล้งเร็ว
 - ง. มีการสร้างเขื่อนมากแห่งทำให้ฝนตกในบริเวณที่ชุ่มชื้นและแห้งแล้งในที่ที่ไม่มีเขื่อน
 - จ. มีการตัดถนนไปตามป่าเขามากขึ้นมีผลทำให้ป่าไม้ถูกทำลายลงอย่างรวดเร็ว

20. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

- ก. การปฏิรูปที่ดิน
- ข. การแก้ไขพระราชบัญญัติป่าไม้
- ค. การนำเทคโนโลยีทางการเกษตรมาใช้ในการเพาะปลูก
- ง. การใช้ผลิตภัณฑ์ไม้จากชนิดต่าง ๆ แทนการใช้ไม้แปรรูปโดยตรง
- จ. การให้การศึกษาแก่ประชาชนเกี่ยวกับประโยชน์และความสำคัญของป่าไม้

จงใช้ตารางต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 21 - 22

ชนิดของแก้ว	องค์ประกอบที่สำคัญ (%)				คุณสมบัติ	
	ซิลิกอน-ไดออกไซด์	โซเดียม-ออกไซด์	แคลเซียม-ออกไซด์	โบรอน-ออกไซด์	สัมประสิทธิ์ของการขยายตัวตามเส้น	จุดอ่อนตัว (°C)
A	67.9	14.7	5.5	1.4	9.2×10^{-6}	550
B	80.6	4.4	-	13.0	9.0×10^{-6}	815
C	100.0	-	-	-	8.9×10^{-6}	1,625

21. องค์ประกอบที่มากที่สุดของแก้วทนไฟคือข้อใด ?

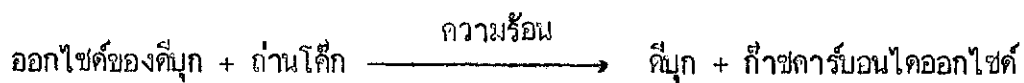
- ก. ซิลิกอนไดออกไซด์
- ข. โซเดียมออกไซด์
- ค. แคลเซียมออกไซด์
- ง. โบรอนออกไซด์
- จ. ถูกทุกข้อ

22. ถ้านักเรียนต้องการทำแกว्हนไฟนักเรียนควรใช้แกว्हชนิดใดจากตาราง ?
- ชนิด A อย่างเดียว
 - ชนิด A ผสม B
 - ชนิด B อย่างเดียว
 - ชนิด B ผสม C
 - ชนิด C อย่างเดียว
23. เทคนิคที่สำคัญ ๆ ในการเป่าแกว्हคืออะไร ?
- เป่าให้ร้อนแดงพอประมาณแล้วจึงเป่า
 - เป่าให้ร้อนแดงแล้วจึงรับน้ำออกมาเป่าทันที
 - เป่าให้ร้อนแดงแล้วทิ้งไว้ให้เย็นจึงนำมาเป่า
 - เป่าให้ร้อนแดงแล้วเป่าในขณะที่อยู่ในเบลมไฟนั้น
 - เป่าจนหลอมเหลวแล้วจึงเป่าในเบลมไฟนั้น
24. ในปัจจุบันจะใช้การสังเคราะห์แทนการผลิตกระจกโดยพ่นลมเย็นลงไปตามแผ่นแก้วที่กำลังร้อนจัดจะมีผลทำให้ผิวหน้าของแก้วเย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว เนื้อของแก้วก็จะหดตัวและแข็งตัวในทันทีเมื่อมีการหดตัวอย่างรวดเร็วก็ก่อให้เกิดแรงยึดภายในเนื้อแก้วจะมาก กระจกชนิดนี้จะแข็งแรงมากนิยมนำมาใช้ทำกระจกรถยนต์ ทั้งนี้เพราะเหตุใด ?
- หนาและหนานมากไม่แตก
 - ทำเป็นรูปโค้งต่าง ๆ ได้สวยงามยิ่งขึ้น
 - หนานต่อแรงกระแทกช่วยป้องกันอุบัติเหตุได้
 - เมื่อถูกชนแรง ๆ จนแตกก็จะยึดเม็ดแก้วไว้ไม่ให้เกิดอันตราย
 - จะแตกเป็นเม็ดเล็ก ๆ ไม่เป็นอันตรายจากเศษแก้วบาดเวลาเกิดอุบัติเหตุ

25. ผลิตภัณฑ์แก้วที่แตกหักหรือชำรุดแล้วสามารถนำมาใช้หลอมทำแก้วได้ใหม่อีกโดยเราจะผสมเศษแก้วเหล่านั้นลงในเตาหลอมด้วยเพื่อเหตุผลใด ?
- เพื่อให้แก้วเหนียวและคงทน
 - เพื่อให้แก้วมีคุณภาพดียิ่งขึ้น
 - เพื่อให้แก้วหลอมเหลวได้เร็วขึ้น
 - เพื่อให้แก้วมีความคงทนดียิ่งขึ้น
 - เพื่อช่วยให้ส่วนผสมต่าง ๆ ผสมกันเร็วขึ้น
26. แร่ที่ทำรายได้ให้กับประเทศไทยเรามากที่สุดและรองลงมาตามลำดับคือข้อใด ?
- ยิปซัม พลวง ตะกั่ว ดีบุก
 - ดีบุก ยิปซัม พลวง ตะกั่ว
 - ยิปซัม ดีบุก ตะกั่ว พลวง
 - ดีบุก ตะกั่ว พลวง ยิปซัม
 - พลวง ดีบุก ตะกั่ว ยิปซัม
27. การที่เราจำเป็นต้องอนุรักษ์ดินนั้นเป็นเพราะเหตุใด ?
- ป้องกันไม่ให้เกิดการพังทลายการสึกกร่อนและการพัดพาของดิน
 - ดินเมื่อใช้แล้วจะเปลี่ยนสภาพไปไม่มีเวลาฟื้นตัวเองตามธรรมชาติ
 - จะช่วยอนุรักษ์ดินให้เกิดประโยชน์มากที่สุดและใช้ได้นาน
 - จะช่วยให้เกษตรกรปรับปรุงคุณภาพของดินที่จะใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตได้มากขึ้น
 - จะทำให้ดินมีคุณภาพปิดกั้นการพังทลายและมีให้ดินสูญเสียแร่ธาตุบางอย่างในดินมากเกินไป
28. แร่ชนิดหนึ่งตัวอย่างเช่นดีบุกมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นอย่างยิ่งทั้งนี้เพราะเหตุใด ?
- ให้มูลค่าการส่งออกสูง
 - เป็นแร่หายากและราคาแพง
 - มีปริมาณการผลิตสูงกว่าแร่ชนิดอื่น ๆ
 - มีปริมาณแร่สำรองที่ยังไม่ได้ขุดขึ้นมาใช้มากมาย
 - สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการสังเคราะห์สารชนิดอื่น ๆ ได้

29. กรณีใดต่อไปนี้ที่ไม่ใช่การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ?
- ปรับปรุงดินโดยการไถปุ๋ยเพื่อเพิ่มความสมบูรณ์
 - ไม่ควรปลูกมันสำปะหลังเพราะจะทำให้ดินมีความเป็นกรดสูง
 - ป้องกันการระบายของไฮโดรคลอริกสู่แหล่งน้ำเพราะจะทำให้น้ำเน่า
 - ป้องกันแมลงหรือโรคซึ่งเป็นอันตรายต่อป่าไม้เพื่อรักษาสมดุลธรรมชาติ
 - โดยรัฐบาลจัดให้มีการควบคุมการให้สัมปทานเหมืองแร่จะอนุญาตก็ต่อเมื่อมีนักวิชาการและเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพเพียงพอ

30. ในการถลุงแร่ดีบุกเราสามารถเขียนสมการแทนได้ดังนี้



อยากทราบว่าถ่านโค้กทำหน้าที่อะไร ?

- ลดออกซิเจนให้น้อยลง
 - เพิ่มออกซิเจนให้มากขึ้น
 - ดึงออกซิเจนออกจากสารอื่น
 - ช่วยให้ก๊าซออกซิเจนสลายตัว
 - ช่วยดีบุกดึงออกซิเจนออก
31. เมื่อนำสารละลายคอปเปอร์คลอไรด์มาแยกด้วยไฟฟ้าจะเกิดผลดังนี้ ?
- ทองแดงเคลือบอยู่บนผิวของขั้วลบและมีฟองก๊าซเกิดขึ้นที่ขั้วบวก
 - ทองแดงเคลือบอยู่บนผิวของขั้วบวกและมีฟองก๊าซเกิดขึ้นที่ขั้วลบ
 - ทองแดงเคลือบอยู่บนผิวของขั้วลบพร้อมทั้งมีฟองก๊าซเกิดขึ้นที่ขั้วลบ
 - ทองแดงเคลือบอยู่บนผิวของขั้วบวกพร้อมทั้งมีฟองก๊าซเกิดขึ้นที่ขั้วลบด้วย
 - ทองแดงเคลือบอยู่บนผิวของขั้วลบและมีฟองก๊าซเกิดขึ้นในสารละลายนั้น

32. โลหะทุกชนิดจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้ ?
- นำไฟฟ้าและนำความร้อนได้ดี
 - เป็นของแข็งนำความร้อนและนำไฟฟ้าได้ดี
 - เป็นของแข็งนำความร้อนและไม่นำไฟฟ้า
 - ไม่จำเป็นต้องเป็นตัวนำความร้อนและไฟฟ้าแต่ต้องเป็นของแข็ง
 - ไม่จำเป็นต้องเป็นของแข็งแต่ต้องนำความร้อนและนำไฟฟ้า
33. แร่ที่จะนำมาใช้ได้ต้องผ่านกรรมวิธีการถลุงแร่ก่อนนั้นคือแร่ในข้อใด ?
- เพชร ทองแดง เหล็ก
 - คอปเปอร์ บุนขาว ยิปซัม
 - เหล็ก สังกะสี คอปเปอร์
 - เพชร พลอย ไพลิน
 - ยิปซัม บุนขาว บุนพลาสติก
34. สินแร่หมายถึงข้อใด ?
- ทรัพยากรแร่ที่ได้จากการขุดในพื้นดิน
 - ทรัพยากรธรรมชาติทุกชนิดที่เราใช้กันอยู่
 - แร่ที่ได้จากการประดิษฐ์ของนักวิทยาศาสตร์
 - สิ่งที่ให้ประโยชน์ในการอุตสาหกรรมและเศรษฐกิจของประเทศ
 - แร่ที่เราสามารถแยกเอาโลหะหรือสิ่งที่เรานำมาใช้ประโยชน์ออกมาได้
35. ในการถลุงแร่สังกะสีให้บริสุทธิ์โดยใช้กระแสไฟฟ้าเราจำเป็นต้อง ?
- เปลี่ยนแร่ให้เป็นสารละลายก่อน
 - เปลี่ยนแร่ให้เป็นสารนำไฟฟ้าก่อน
 - เปลี่ยนแร่ให้เป็นเชิงคีลไฟต์ก่อน
 - เปลี่ยนแร่ให้เป็นเชิงคอกไซด์ก่อน
 - เปลี่ยนแร่ให้เป็นสารคาร์บอนเนตก่อน

36. จากสมการแสดงการถลุงคอปเปอร์คาร์บอเนตนักเรียนจะตั้งสมมติฐานอย่างไรจึงจะดีที่สุด ?

คอปเปอร์คาร์บอเนต $\xrightarrow{\text{ความร้อน}}$ คอปเปอร์ออกไซด์ + ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

คอปเปอร์ออกไซด์ + คาร์บอน $\xrightarrow{\text{ความร้อน}}$ ทองแดง + ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

- ก. การแยกโลหะออกจากสินแร่ต้องใช้คาร์บอน
 - ข. การแยกโลหะออกจากสินแร่ต้องใช้พลังงานความร้อน
 - ค. การถลุงแร่คาร์บอเนตโดยการเติมคาร์บอนจะได้โลหะ
 - ง. การถลุงคอปเปอร์คาร์บอเนตจะได้โลหะและคอปเปอร์ออกไซด์
 - จ. การแยกโลหะโดยการให้ความร้อนจะได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
37. หินและแร่มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันอย่างไร ?
- ก. หินเกิดอยู่เหนือดินแต่แร่อยู่ในดิน
 - ข. หินเป็นสารผสมแต่แร่เป็นสารบริสุทธิ์
 - ค. หินเป็นส่วนหนึ่งของแร่แต่แร่ไม่ใช่ส่วนหนึ่งของหิน
 - ง. หินสามารถทำปฏิกิริยากับกรดได้แต่แร่ทำปฏิกิริยากับกรดไม่ได้
 - จ. หินสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องประดับได้แต่แร่ใช้เป็นเครื่องประดับไม่ได้
38. ในการทดลองเปลี่ยนแปลงโลหะโดยการเปิดฝาด้วยกระเบื้องเวลาเผาจะช่วยให้ ?
- ก. ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น
 - ข. การถ่ายเทความร้อนเป็นไปได้ดีขึ้น
 - ค. สังเกตการเปลี่ยนแปลงของโลหะได้ง่ายขึ้น
 - ง. โลหะถูกแยกสลายจากสารประกอบเร็วขึ้น
 - จ. โลหะรวมตัวกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศเร็วขึ้น

39. ยิปซัมกับปูนปลาสเตอร์แตกต่างกันในเรื่องใด ?
- ยิปซัมไม่มีแคลเซียมซัลเฟต
 - ปูนปลาสเตอร์ไม่มีแคลเซียมซัลเฟต
 - ยิปซัมมีน้ำผลึกมากกว่าปูนปลาสเตอร์
 - ยิปซัมมีน้ำผลึกน้อยกว่าปูนปลาสเตอร์
 - ปูนปลาสเตอร์มีแคลเซียมซัลเฟตมากกว่ายิปซัม
40. แร่หรือธาตุตัวใดที่สามารถนำมาดัดแปลงใช้ซ้ำได้อีก ?
- แมงกานีส
 - อลูมิเนียม
 - แคลเซียม
 - ฟลูออไรต์
 - ยิปซัม
41. ยิปซัมบอร์ดหรือฝ้าเพดานเป็นวัสดุแผ่นเรียบมีองค์ประกอบที่สำคัญจากแร่ยิปซัมที่ใช้เป็นผนังห้องหรือฝ้าเพดานภายในอาคารทั้งนี้เพราะคุณสมบัติตามข้อใด ?
- ไม่นำความร้อน
 - ไม่ขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน
 - ไม่ติดไฟเพราะอุณหภูมิสูงจึงแห้งสนิท
 - เป็นฉนวนป้องกันความร้อนและไม่ติดไฟ
 - มีจุลหอยมด เบลว เบา ไม่เป็นสนิมและราคาถูก
42. จากการทดลองเรื่องการรวมตัวของโลหะและกำมะถันสรุปได้ว่าปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้เพราะความร้อน นักเรียนคิดว่าแร่ธรรมชาติซึ่งมีส่วนประกอบเป็นโลหะและกำมะถันควรเกิดจากอะไร ?
- สารละลายของโลหะและกำมะถัน
 - โลหะซึ่งเป็นของแข็งและกำมะถันซึ่งเป็นก๊าซ
 - โลหะซึ่งเป็นของแข็งและกำมะถันซึ่งเป็นของเหลว
 - โลหะซึ่งเป็นของแข็งและกำมะถันซึ่งเป็นของแข็ง
 - โลหะและกำมะถันซึ่งเป็นของแข็งและได้รับความร้อน

43. อัญมณีที่ระบุไว้ในตำราแก้วแก้วประการหมายถึงข้อใดต่อไปนี้ ?
- เพชร พลอย หัสมิ มรกต บุษราคัม นิล ไข่มุก โอปอล คอรัณดัม
 - ไพลิน มรกต เพชร พลอย หัสมิ คอรัณดัม ไพฑูรย์ สังวาลย์ นิล
 - ไข่มุก นิล พลอย โอปอล คอรัณดัม สังวาลย์ ไพฑูรย์ มรกต เพชร
 - หัสมิ เพชร มรกต บุษราคัม โกเมน นิล มุกดาหาร เพทาย ไพฑูรย์
 - โอปอล พลอย ไพลิน หัสมิ นิล สังวาลย์ บุษราคัม ไข่มุก ไพฑูรย์
44. การตรวจสอบแร่รัตนชาติว่าเป็นของแท้ที่กำเนิตตามธรรมชาติหรือผลิตเทียมขึ้นสามารถตรวจสอบโดย
- 1 ความหนาแน่น
 - 2 ความถ่วงจำเพาะ
 - 3 ความแข็ง
 - 4 ดัชนีหักเหของแสง
 - 5 เหลี่ยมของการสะท้อนแสงจากการเจียรระโน
- คำตอบที่ถูกต้องที่สุดคือข้อใด ?
- ก. ข้อ 1, 2
 - ข. ข้อ 2, 3
 - ค. ข้อ 2, 3, 4
 - ง. ข้อ 1, 2, 3, 4
 - จ. ข้อ 1, 2, 3, 4, 5
45. ในการศึกษาเพื่อสรุปคุณสมบัติของโลหะต่าง ๆ นั้นสมบัติที่นักเรียนศึกษาควรจัดไว้เป็นคุณสมบัติตามข้อใด ?
- ก. สมบัติทางเคมี
 - ข. สมบัติทางกายภาพ
 - ค. สมบัติทางการนำไฟฟ้า
 - ง. สมบัติของความหนาแน่น
 - จ. สมบัติของการนำความร้อน

46. ถ้าต้องการให้อัญมณีที่ฝังชุดขึ้นมาได้มีประกายแวววาวเราควรทำอะไร ?
- ก. แขน้ำกรด
 - ข. นำไปทลอม
 - ค. เจียรระไน
 - ง. ชัดให้มันด้วยกระดาษทราย
 - จ. ถูกทุกข้อ
47. เหตุที่เราไม่นิยมนำเอาแร่ที่มีความแข็งต่ำมาทำเป็นเครื่องประดับเพราะอะไร ?
- ก. มักจะเปราะแตกง่าย
 - ข. จะเกิดรอยขีดข่วนได้ง่าย
 - ค. ความถ่วงจำเพาะต่ำเกินไป
 - ง. ไม่สามารถเจียรระไนให้เป็นรูปต่าง ๆ ได้
 - จ. ค่าดัชนีหักเหของแสงต่ำเกินไปทุกด้าน
48. สภาพแวดล้อมเป็นพิษแบบใดที่เกิดจากการใช้แร่เชื้อเพลิง ?
- ก. หินเสีย
 - ข. อากาศเสีย
 - ค. ขยะมูลฝอย
 - ง. ป่าไม้ถูกทำลาย
 - จ. ปริมาณก๊าซเป็นพิษมากขึ้น
49. การเผาไหม้เชื้อเพลิงในเครื่องยนต์จะมีไอของโลหะชนิดหนึ่งออกมาด้วยและเป็นพิษต่อร่างกาย สิ่งนั้นคืออะไร ?
- ก. ดีบุก
 - ข. ตะกั่ว
 - ค. กำมะถัน
 - ง. คาร์บอน
 - จ. สังกะสี

50. นักเรียนเข้าใจความหมายของคำว่าปิโตเคมีคอลหรืออุตสาหกรรมเคมีปิโตเลียมว่าอย่างไร ?
- ผลิตภัณฑ์ที่ก่อให้เกิดอุตสาหกรรมอื่น ๆ
 - ผลิตภัณฑ์ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงใช้ผลิตเป็นน้ำมันเบนซิน
 - ผลิตภัณฑ์เคมีที่อาศัยปิโตเลียมเป็นวัตถุดิบในการผลิต
 - ผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ด้านอุตสาหกรรมเคมีปิโตเลียม
 - ผลิตภัณฑ์ที่สามารถเสริมสร้างความมั่นคงของชาติด้านเชื้อเพลิงและพลังงาน
51. ถ่านหินแบ่งออกเป็น 4 ประเภทคือ ฟิต ลิกไนต์ บิทูมินัส และแอนทราไซค์ ชนิดใดที่ใช้เป็นสารรีดิวส์ในการถลุงแร่ ?
- ฟิต
 - ลิกไนต์
 - บิทูมินัส
 - แอนทราไซค์
 - บิทูมินัสและแอนทราไซค์
52. จากข้อ 51 เพราะเหตุใดจึงใช้ชนิดนั้น ?
- หายาก ราคาแพง
 - มีปริมาณของคาร์บอนสูงกว่า
 - มีปริมาณของคาร์บอนต่ำสุด
 - มีปริมาณของออกซิเจนมากที่สุด
 - มีปริมาณของไฮโดรเจนพอสมควร

53. ความคิดเกี่ยวกับป่าของบุคคลหลายฝ่ายต่อไปนี้เป็นความคิดใดที่นักเรีนคิดว่าเป็นความคิดที่น่าจะถูกต้องและดีกว่า ?
- ก. ป่าไม้เป็นสัญลักษณ์ของ "ความล้าหลัง" ซึ่งควรจะเป็นที่ห้ามประโยชน์หักล้างทางพงใช้เพาะปลูก เป็นที่อยู่อาศัยทำให้เกิดความเจริญดีกว่าปล่อยทิ้งไว้คนก็ขาดที่อยู่อาศัย
 - ข. ป่าไม้เป็นอาณานิคมที่พยายามแก่การเข้าไปอาศัยนอกจากจะเต็มไปด้วยสัตว์ที่มีพิษและอันตรายแล้วยังเป็นที่ซ่อนสมุญโจรผู้ร้ายอีกด้วย
 - ค. ป่าไม้เป็นที่หาพื้นที่ทำถ่าน ทำเสาเข็ม เก็บของป่า เป็นที่ตัดไม้เพื่อการค้า เพื่อปลูกสร้างบ้านเรือน เป็นที่เหมาะสมแก่การบุกเบิกทำไร่ทำนา ทำรายได้เศรษฐกิจดีขึ้น
 - ง. ป่าไม้เป็นต้นน้ำลำธาร ป่าเมื่อผลิตไม้มาเป็นรายได้ของประเทศ เป็นที่ดินสำรองที่อนุญาตให้ประชาชนเข้าไปบุกเบิกทำไร่ทำนาเมื่อประชาชนเพิ่มมากขึ้น
 - จ. ป่าเป็นทรัพยากรอันสำคัญยิ่งสำหรับชีวิตคนไทยและความคงอยู่ของประเทศไทย ผู้ทำลายป่าผู้ใดเป็นศัตรูกับคนไทยและความมั่นคงของประเทศไทย
54. ถ้าป่าไม้ในเมืองไทยถูกทำลายจนหมดในอนาคตประเทศเราจะมีสภาพอย่างไร ?
- ก. ลมแรง
 - ข. แห้งแล้ง
 - ค. หมอกจัด
 - ง. อากาศหนาว
 - จ. อากาศร้อนจัด
55. การตรวจสอบสภาพป่าเพื่ออนุรักษ์ป่าไม้โดยวิธีที่มีประสิทธิภาพและรวดเร็วควรศึกษาจากข้อใด ?
- ก. ประชาชนทั่วไป
 - ข. ปริมาณไม้ที่ส่งออก
 - ค. พนักงานดูแลรักษาป่า
 - ง. ภาพถ่ายจากดาวเทียม
 - จ. ปริมาณน้ำฝนที่ตกในบริเวณนั้น

56. การอนุรักษ์ป่าไม้ในข้อใดที่ถือว่าการอนุรักษ์ทางวัฒนธรรม ?
- ปลูกป่าทดแทน
 - ห้ามตัดไม้ทำลายป่า
 - การอัญน้ำยาไม้
 - นำเศษไม้มาทำไม้อัด
 - ประกาศเขตป่าสงวนเพิ่ม
57. การปลูกสร้างสวนป่าทางเศรษฐกิจควรเลือกปลูกไม้ที่มีลักษณะอย่างไร ?
- เจริญเติบโตเร็ว
 - ปลูกคลุมผิวหน้าของดิน
 - มีรากแผ่กว้างตื้นลึก
 - มีผลหลายในเนื้อไม้
 - สามารถดูดซับน้ำได้ดี
58. ทำไมจึงจัด "น้ำ" เป็นทรัพยากรธรรมชาติหมุนเวียน ?
- ให้ประโยชน์ด้านการอุปโภคบริโภค
 - ให้ประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตโดยตรงแก่มนุษย์
 - มีคุณค่าทางเศรษฐกิจก่อให้เกิดอุตสาหกรรมหลายประเภท
 - ก่อให้เกิดผลผลิตทุกชนิดที่จำเป็นต้องใช้น้ำในกระบวนการผลิต
 - ถ้ามีการบำรุงรักษาอย่างดีแล้วก็จะมิใช้อยู่ตลอดเวลาไม่มีวันหมดสิ้น
59. สาเหตุที่สำคัญและจำเป็นที่สุดในการอนุรักษ์ป่าไม้คือข้อใด ?
- เพื่อเป็นที่ยู่อาศัยของสัตว์ป่าป้องกันการสูญพันธุ์
 - เพื่อช่วยรักษาอัตราส่วนปริมาณของก๊าซออกซิเจนในอากาศให้คงที่
 - เพื่อความชุ่มชื้นของอากาศและปริมาณฝนที่ตกเพราะป่าไม้ในที่สูงทำให้ฝนตกได้มากกว่า
 - เพื่อให้มีไม้เป็นสินค้าส่งออกนำเงินตราเข้าประเทศแก้ดุลการค้าที่เสียไปจากต่างประเทศเป็นเวลานานที่สุด
 - เพื่อช่วยให้เกิดปริมาณน้ำฝนและป้องกันอุทกภัยตลอดจนเพื่อให้ฝนตกตามฤดูกาลและเป็นประโยชน์ในการเกษตรกรรมอื่น ๆ

60. ตารางบันทึกผลการทดลองต่อไปนี้

กล่องที่	ปริมาตรของน้ำ (cm^3)	ปริมาตรของ แคลเซียมคลอไรด์ (กรัม)	อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)		อุณหภูมิที่ เปลี่ยนไป ($^{\circ}\text{C}$)
			น้ำ	สารละลาย	
1	20	2	31	34	3
2	20	4	31	36	5
3	20	6	31	39	8

ข้อความใดเป็นข้อความการสรุปผลของการทดลองที่ถูกต้องที่สุด ?

- ก. ปริมาณของแคลเซียมคลอไรด์ลดลงอุณหภูมิของสารละลายลดลง
- ข. ปริมาณของสารละลายลดลงอุณหภูมิของสารละลายเพิ่มขึ้น
- ค. ปริมาณของสารละลายเพิ่มขึ้นอุณหภูมิของสารละลายลดลง
- ง. ปริมาณของน้ำที่ใช้ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิของสารละลาย
- จ. ปริมาณของแคลเซียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นอุณหภูมิของสารละลายเพิ่มขึ้น

การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์และ
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
 ปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้
 เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
 และระหว่างครูกับนักเรียน

บทคัดย่อ
 ของ
 ทอมมวค ใจชื่อ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
 เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาทางหลักสูตร
 ปริญญาการศึกษาระดับบัณฑิต
 กันยายน 2529

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมายที่จะศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 ของโรงเรียนพะเยาพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

ผลการวิจัยพบว่า :

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

A COMPARATIVE STUDY OF MATHAYOM SUKSA IV STUDENTS' ABILITY IN
SCIENTIFIC PROBLEM-SOLVING AND SCIENCE ACHIEVEMENT THROUGH
INQUIRY TECHNIQUES WITH DISCUSSION AMONG STUDENTS AND
WITH DISCUSSION AMONG THE TEACHER AND STUDENTS

AN ABSTRACT

BY

HOMNUAN CHAISUE

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

September 1986

The purpose of this study was to compare students' ability in their scientific problem - solving and their achievement in science through inquiry technique with discussion among students and the technique with discussion among a teacher and students.

Eighty students were randomly selected from 360 students who were studying in Mathayom suksa four during 1986 academic year at Phayaopitayakom school, Phoyao Province.

The results of the study showed that :

1. Students taught through inquiry technique with discussion among students showed higher ability in scientific problem - solving than the students taught through inquiry technique with discussion among a teacher and students at .01 level of significance.

2. The science achievement of students taught through inquiry technique with discussion among students were higher than the students taught through inquiry technique with discussion among a teacher and students at .05 level of significance.