ป.
507
ส 1497

การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

ปริญญานิพนธ์

ของ

จรรยปกรณ์ เนื่องฤทธิ์

23 ส.ค. 2539

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

มีนาคม 2538

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

197067

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

..... ประธาน

(รศ.ดร.ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์)

..... กรรมการ

(ผศ.ชวลิต เพ็ญอารีย์)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน

(รศ.ดร.ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์)

..... กรรมการ

(ผศ.ชวลิต เพ็ญอารีย์)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ดร.กาญจนา ชุครุวงศ์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ดร.ศิริชุภา พูลสุวรรณ)

วันที่ 9.. เดือน มีนาคม.... พ.ศ. 2538

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชาลิต เพ็ญอารีย์ ดร.กาญจนา ชูครุวงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมจิต สวธนไพบูลย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนะคีรี และ รองศาสตราจารย์ สมจิต สมัตถพันธ์ ที่ให้คำแนะนำสิ่งอันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย ตลอดจนกรุณาแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และช่วยเหลือเป็นกำลังใจตลอดมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่านด้วยความเคารพอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ สมเกียรติ กรีทอง อาจารย์ศรีลักษณ์ มาโกมล และอาจารย์สุทธิญา พึ่งน้อย ที่ให้ความกรุณาช่วยแนะนำในการสร้าง การตรวจ และแก้ไขเครื่องมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดียิ่ง

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณะอาจารย์หมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ และโรงเรียนอยุธยานุสรณ์ ที่กรุณาให้ใช้นักเรียนเป็นเป็นกลุ่มตัวอย่างในการทำการทดลองและหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย โรงเรียนอยุธยานุสรณ์ และโรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่ให้ความร่วมมืออย่างดีในระหว่างทำการทดลอง รวมทั้งเพื่อนนิสิตปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา รุ่นพี่ และรุ่นน้องทุกคนที่เป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ คุณพี่ และคุณครูอาจารย์ในอดีตทุก ๆ ท่านรวมทั้งขอบใจภรรยา และลูก ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นกำลังใจ ในการศึกษาเล่าเรียนจนสำเร็จการศึกษา

คุณค่าและคุณประโยชน์ใด ๆ จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา ครูบาอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้วางรากฐานการศึกษาแก่ผู้วิจัย ทั้งในอดีตและปัจจุบัน ส่วนข้อบกพร่อง และความผิดพลาด รวมทั้งข้อเสนอแนะทุกประการของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอน้อมรับไว้ด้วยความยินดี เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขต่อไป.

จรรยปการณ์ เนื่องฤทธิ์

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	5
	ความสำคัญของการวิจัย	5
	ขอบเขตของการวิจัย	6
	นิยามศัพท์เฉพาะ	8
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
	เอกสารที่เกี่ยวกับจุดมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์ศึกษา	12
	เอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)	16
	เอกสารเกี่ยวกับความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์	18
	เอกสารเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม	23
	เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	35
	เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม	44
	เอกสารเกี่ยวกับทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	53
	เอกสารเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	59
	เอกสารเกี่ยวกับความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม	63
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	66
	สมมติฐานของการวิจัย	72

บทที่		หน้า
3	วิธีดำเนินการวิจัย	73
	ประชากร	73
	กลุ่มตัวอย่าง	73
	เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	74
	ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	74
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	74
	ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ	75
	แบบแผนการวิจัย	80
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	81
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	84
	การวิเคราะห์ข้อมูล	85
5	สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	92
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	92
	สมมติฐานของการวิจัย	92
	วิธีดำเนินการวิจัย	93
	การวิเคราะห์ข้อมูล	94
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	94
	การอภิปรายผลการวิจัย	95
	ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้	100
	ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป	101

บทที่ หน้า

บรรณานุกรม..... 103

ภาคผนวก..... 111

ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ..... 112

ภาคผนวก ข คำแนะนำสำหรับครูและนักเรียน..... 114

ภาคผนวก ค แบบวัดทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์..... 124

ภาคผนวก ง แบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์..... 141

ภาคผนวก จ แบบวัดความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีต่อสังคม..... 146

ภาคผนวก ฉ การวิเคราะห์ข้อมูล..... 154

ประวัติย่อของผู้วิจัย..... 164

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	เปรียบเทียบขั้นตอนการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.	48
2	เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.	50
3	แบบแผนการทดลอง	80
4	ผลการเปรียบเทียบทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.	85
5	ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.	87
6	ผลการเปรียบเทียบความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.	88
7	สรุปการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้แยกวิเคราะห์ตามรายละเอียดแต่ละด้านของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.	90
8	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง	155

ตาราง หน้า

9 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง..... 156

10 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง..... 157

11 การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์.. 158

12 การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์..... 160

13 การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบวัดความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม..... 162

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	39
2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	64
3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม.....	65

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การจัดการศึกษาที่ดีจะเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้าไปได้อย่างรวดเร็ว เพราะ การศึกษาจะช่วยพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพตรงตามเป้าหมาย และสามารถนำกระบวนการหรือวิธีการต่าง ๆ ที่ได้รับการฝึกฝนและเรียนรู้แล้วไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสมสัมพันธ์กับปัญหาและสภาพสังคมของตน

ในปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดประการหนึ่งที่ทำให้การดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม การเปลี่ยนแปลงซึ่งเกิดจากการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้เป็นไปได้ทั้งสองด้าน กล่าวคือ ด้านหนึ่งเป็นไปในทางสร้างสรรค์ทำให้ชีวิตมนุษย์มีความเป็นอยู่ดีขึ้น มีความสะดวกสบายอยู่ในสังคมที่ดีขึ้น ส่วนอีกด้านหนึ่งเป็นการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในทางลบก่อให้เกิดปัญหาต่อชีวิตความเป็นอยู่และสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้นเป็นอันตรายคุกคามต่อการอยู่รอดของมนุษย์เป็นการทำลาย ศีลธรรม จริยธรรมอันดีของมนุษย์ในสังคม ซึ่งเป็นผลกระทบต่อสังคมโดยตรง

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในฐานะที่เป็นวิชาพื้นฐานตั้งแต่ระดับอนุบาลจนถึงระดับมัธยมศึกษามีเป้าหมายพัฒนาผู้เรียนให้มีความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) อันหมายถึง การมุ่งให้เกิด ภูมิปัญญา ค่านิยม เจตคติ และทักษะในการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง เป้าหมายดังกล่าวครอบคลุมจุดหมายที่สำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์หลายประการ คือ มุ่งให้ผู้เรียนมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การนำความรู้ไปใช้ ความสร้างสรรค์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นถึงกระบวนการคิด การค้นคว้า การพัฒนาเทคโนโลยีท้องถิ่นและสร้างเทคโนโลยีใหม่ ๆ นำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่อย่างมีคุณภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2535 : 11)

โดยนัยข้างต้น จะเห็นได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรเป็นไปในแนวทางที่จะทำให้นักเรียนตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม โดยเน้นกิจกรรมการเรียนการสอนทางด้านทักษะการหาความรู้ได้ด้วยตนเอง และทักษะในการเปลี่ยนแปลง ข้อมูล ข่าวสารต่าง ๆ ในสังคม ให้เป็นความรู้ของตนเอง (UNESCO. 1990 : 44 - 56 ; กรมวิชาการ. 2533 : 109)

อย่างไรก็ตาม จากการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งในระบบและนอกระบบห้องเรียนที่ผ่านมายังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร กล่าวคือ สมาคมนานาชาติเพื่อการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (International Association for Evaluation of Education Achievement /IEA.) ได้ทำการศึกษาวิจัยถึงผลการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และตอนปลายของนักเรียนในประเทศต่าง ๆ ในปี พ.ศ. 2527 (รายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูลเมื่อปี พ.ศ. 2533) พบว่า ในส่วนของนักเรียนไทยยังมีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย เมื่อนำข้อมูลไปเทียบกับประเทศที่มีความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสูง (สุนีย์ คล้ายนิล. 2535 ข : 3 - 11) และจากการศึกษาผลของการจัดชั้นเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยวิธีการสังเคราะห์งานวิจัย ระหว่างปีการศึกษา 2518 - 2534 สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในกลุ่มทดลองที่ใช้เทคนิคการคิดแบบต่าง ๆ มีประสิทธิภาพสูงกว่าการสอนตามแนวทางการสอนของ สสวท. 0.3050 ซิกมา (สมจิต สวธนไพบูลย์. 2535 : 99) นอกจากนี้ ยังได้พบว่า จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงผลการเรียนรู้ข้างเคียงเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ในระยะ 3 ปี ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4 - ม.6) ซึ่งพบว่า ผลการเรียนรู้ด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในรอบปี ม.4 เพิ่มขึ้น(เกือบ 1 ซิกมา) ในรอบปี ม.5 มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ส่วนในรอบปี ม.6 มีการเปลี่ยนแปลงลดลง (-1 ซิกมา) ภูมิปัญญาเชิงวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น (2 ซิกมา) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ เจตคติทางวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น (1.5 ซิกมา) (สัญญพงษ์ เจริญพิทย์. 2536 : 12 - 28) ยิ่งกว่านั้น

ข้อมูลจากการประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ระดับชาติในรอบ 5 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2526 - 2530 ยังได้พบว่า โครงงานวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นส่วนมากไม่แสดงความคิดริเริ่ม และความแปลกใหม่ (สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย. 2530 : 94) ข้อสังเกตดังกล่าว นับว่า มีความสอดคล้องกับรายงานการประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ ประจำปี 2532 ซึ่งพบว่าระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโครงงานส่วนมากไม่แสดงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความแปลกใหม่ (สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย. 2532 : 45)

สืบเนื่องจากปัญหา ดังกล่าว นักวิทยาศาสตร์ศึกษาจึงพยายามหาทางแก้ไข โดยมีการเสนอหลักสูตรและวิธีสอนที่เหมาะสมใหม่ ๆ เช่น ในสหรัฐอเมริกา โรเบิร์ต อี. ยาเกอร์ (Robert E. Yager) ได้เสนอการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม (Science - Technology - Society / STS.) เพื่อแก้ไขปัญหาความล้มเหลวของการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งปรากฏว่า ได้ผลสรุปเป็นที่น่าพอใจ กล่าวคือ เมื่อเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม (Traditional) แล้ว การสอนตามแนวทางของวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ประสบความสำเร็จในเรื่อง ต่อไปนี้ (Yager. n.d. : 13)

1. นักเรียนที่มีประสบการณ์ตามแนวทางวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มากกว่า 4 ครั้ง มีความสามารถในการใช้มโนมติพื้นฐาน และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

2. นักเรียนที่มีประสบการณ์ตามแนวทางวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีพัฒนาการด้านเจตคติในเชิงบวก

3. นักเรียนมีทักษะในเชิงสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการตั้งคำถาม และความคิดต่าง ๆ สามารถทำนายการเพิ่มของผลกระทบต่าง ๆ ได้ นอกจากนี้ คุณภาพ และ/หรือ การตอบสนองที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว ก็เพิ่มขึ้นด้วย

4. มีทักษะกระบวนการ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

5. ความรอบรู้ด้านมโนมติทางวิทยาศาสตร์เหมือนกับการสอนในห้องเรียนแบบดั้งเดิม แต่มีความคงทนและอยู่ในภาวะสัมฤทธิ์ผลได้ เพราะ นักเรียนพัฒนาได้ด้วยตนเองและนำไปใช้ต่อไปได้

สำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย ซึ่งยังไม่บรรลุผลสำเร็จเท่าที่ควรดังกล่าวแล้วในตอนต้น ก็น่าที่จะได้รับการปรับปรุงแก้ไขให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ เหล่านั้นให้ดีขึ้น ด้วยการค้นหาวิธีสอนที่เหมาะสมและสามารถปรับใช้ให้สอดคล้องกับข้อมูล ข่าวสาร ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เพิ่มมากขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาในยุคโลกาภิวัตน์ (Globalization) จึงควรมีการ รื้อปรับระบบ(Re-engineering) การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีความสัมพันธ์กันระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ให้มากยิ่งขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้า และประมวลแนวความคิดเกี่ยวกับวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ ที่มีผู้เสนอเป็นแนวทางไว้แล้ว ผู้วิจัยจึงเห็นว่าการสอนตามแนวทางวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม น่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะใช้แก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังกล่าวได้

ผู้วิจัยจึงนำความคิดตามแนวทางวิทยาศาสตร์ -เทคโนโลยี - สังคม มาใช้เป็นต้นแบบของการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม เพื่อทดลองใช้ในห้องเรียน โดยการเปรียบเทียบกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ที่ใช้ปฏิบัติกันอยู่ในปัจจุบัน ในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเปรียบเทียบจากผลการเรียนรู้ด้านทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ ความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม ทั้งนี้ เพื่อนำผลสรุปจากการวิจัยครั้งนี้ไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาวิธีการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

2. เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

3. เพื่อเปรียบเทียบความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ทำให้ทราบผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เชิงสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ สังคม ซึ่งพิจารณาจากผลการเรียนรู้ด้านทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ ความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม จากข้อค้นพบดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. เป็นประโยชน์แก่ครูวิทยาศาสตร์ในการใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้สัมพันธ์กับเทคโนโลยี และ สังคม

2. เป็นประโยชน์แก่ศึกษานิเทศก์ และผู้บริหารการศึกษา ในการส่งเสริม และสนับสนุนให้ครูวิทยาศาสตร์นำไปทดลองใช้ในโรงเรียน

3. เป็นประโยชน์แก่ นักการศึกษา และนักพัฒนาหลักสูตร ในการนำไปใช้เป็นแนวทางการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร กลุ่มตัวอย่าง และการจัดกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรทั่วไป (General population) ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

1.2 ประชากรเป้าหมาย (Target population) ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ที่เรียน วิชา ว 431 เคมี ซึ่งเป็นวิชาบังคับในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 ของโรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

1.3 กลุ่มตัวอย่าง (Sample) ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ที่เรียน วิชา ว 431 เคมี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 จำนวน 2 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน ซึ่งได้มาจากการจับสลากจากนักเรียนที่มีการจัดชั้นเรียนแบบคละกันจำนวน 5 ห้องเรียน จากประชากรเป้าหมาย

1.4 การจัดเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกระทำโดยการจับสลากเพื่อกำหนดเป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู ของ สสวท.

2. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง ใช้เวลาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 จำนวนกลุ่มละ 6 สัปดาห์ ๆ ละ 4 คาบ ๆ ละ 50 นาที จัดเวลาเรียนเป็น 2 วันต่อสัปดาห์ วันละ 2 คาบต่อเนื่อง รวมทั้งสิ้น 24 คาบ

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีสอน แบ่งเป็น 2 วิธี คือ

3.1.1 การสอนแบบ วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

3.1.2 การสอนตามคู่มือครู ของ สสวท.

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 ทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

3.2.1.1 ทักษะด้านความเข้าใจในการอ่านเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์

3.2.1.2 ทักษะด้านการออกแบบการทดลอง

3.2.1.3 ทักษะการลงข้อสรุปและสรุปรวมเป็นหลักการโดยทั่วไป

3.2.2 ความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 6 ประเภท คือ

3.2.2.1 การนำไปใช้อย่างมีคุณธรรม

3.2.2.2 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3.2.2.3 การพัฒนาการของความรู้

3.2.2.4 การใช้ข้อความที่รัดกุม

3.2.2.5 การตรวจสอบได้

3.2.2.6 การเป็นสหวิชา

3.2.3 ความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม หมายถึง การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการหาคำตอบ หรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับ ปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในแวดวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นกับบุคคล ครอบครัว ชุมชน และ/หรือ สิ่งแวดล้อม

2. การสอนแบบ วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม หมายถึง การจัดกิจกรรมการคิดที่เน้นให้นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในการหาคำตอบ แก้ปัญหาหรืออธิบายผลที่จะเกิดขึ้นในปัจจุบันหรืออนาคต จากความสนใจและประเด็นปัญหาในท้องถิ่นของตนเองนอกเหนือไปจากที่กำหนดหรือแนะนำไว้ในแบบเรียน มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรม ดังนี้

2.1 ขั้นกำหนดหัวข้อการอภิปราย เป็นการสืบหาหัวข้อของการอภิปรายจากการแสดงความเป็นไปของท้องถิ่น ครอบครัวของนักเรียนแต่ละคน

2.2 ขั้นรอเวลาให้ปรากฏ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเกิดกระบวนการของการตั้งคำถาม กำหนดวิธีการคิด และ พิจารณาความคิดที่ยังไม่มีคุณค่าในการตอบคำถามโดยการเรียนรู้จากตัวอย่างความรู้ที่สำคัญ ๆ จากการทดลองและข้อแนะนำของครูที่อยู่ในขอบเขตของเนื้อหารายวิชา

2.3 ขั้นปฏิบัติการร่วมกัน เป็นขั้นที่นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาของแต่ละคนเพื่อหาข้อสรุปเป็นปัญหาร่วมกัน เพื่อหาคำตอบ แนวทางแก้ปัญหา หรืออธิบายผลที่เกิดขึ้นในอดีต ปัจจุบัน หรืออนาคต แล้วนำเสนอครู

3. เอกสารประกอบการสอน หมายถึง ภาพ ข่าวหนังสือพิมพ์ บทความ หรือ การ์ตูน ที่ครูเลือกนำมาใช้เป็นสถานการณ์ตัวอย่างสำหรับกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแนวความคิดที่ต่อเนื่องกับเนื้อหาที่จะใช้สอนในแต่ละบทเรียน

4. การสอนตามคู่มือครู ของ สสวท. หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามที่กำหนดหรือเสนอแนะไว้ในคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรม ดังนี้

4.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นการอภิปรายตามเนื้อหาและความสำคัญที่กำหนดหรือเสนอแนะไว้ในแบบเรียน

4.2 ขั้นการทดลอง เป็นการปฏิบัติตามลำดับขั้นของการทดลองที่เสนอแนะหรือกำหนดไว้ในแบบเรียน

4.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง เป็นการรวบรวมและสรุปผลการทดลองเป็นความรู้ใหม่ตามแบบเรียน

5. ทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะที่ใช้ในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามที่ ฟราเซอร์ นิยามไว้ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วยทักษะ 3 ด้าน ดังนี้

5.1 ทักษะความเข้าใจในเรื่องราวที่ได้อ่านเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่จะเข้าใจเรื่องราว หรือความหมายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ได้อ่านจากเรื่องราวต่าง ๆ หรือเป็นข้อความที่กำหนดสถานการณ์ให้

5.2 ทักษะการออกแบบการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการกำหนดหรือเสนอแบบการทดลองเพื่อตอบปัญหาที่ต้องการศึกษา จากข้อมูลที่กำหนดให้

5.3 ทักษะการลงข้อสรุป และการสรุปรวมเป็นหลักการโดยทั่วไป หมายถึง ความสามารถในการสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่ และสามารถที่จะเข้าใจความหมายหรือความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่ในข้อมูล

6. ความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจในลักษณะขอบเขต และข้อจำกัดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย 6 ลักษณะ ดังนี้

6.1 การนำไปใช้อย่างมีคุณธรรม หมายถึง การยอมรับว่าการนำความรู้ไปใช้จะต้องมีความรับผิดชอบ รู้ถึงข้อดี ข้อเสีย ของการนำความรู้ไปใช้ และมีความเข้าใจว่าตัวความรู้ไม่ได้เป็นตัวกำหนดผลที่จะเกิดขึ้น

6.2 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง การยอมรับว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นผลมาจากความฉลาดของมนุษย์ ประดิษฐ์กรรมต่าง ๆ จำเป็นต้องอาศัยจินตนาการสร้างสรรค์ที่สำคัญจากกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

6.3 การพัฒนาการของความรู้ หมายถึง การยอมรับว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่ข้อพิสูจน์ที่เป็นความจริงอันสมบูรณ์แล้ว สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีข้อจำกัดเพียงความน่าจะเป็นเท่านั้น อาจถูกประเมินค่าต่างกันเมื่อพบข้อมูลใหม่

6.4 การใช้ข้อความที่รัดกุม หมายถึง การยอมรับว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากความพยายามที่จะทำให้ไม่เกิดความซับซ้อน แต่เป็นการสรุปที่เฉพาะเจาะจง มีความพยายามอย่างต่อเนื่องที่จะพัฒนาวิโนมติทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้อธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่ได้จากการสังเกต

6.5 การตรวจสอบได้ หมายถึง การยอมรับว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถตรวจสอบได้อย่างเปิดเผย ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกตรวจสอบซ้ำ ๆ ก่อนที่จะยอมรับ แต่ก็ไม่ใช่ข้อกำหนดที่เพียงพอสำหรับความตรงของความรู้นั้น

6.6 การเป็นสหวิชา หมายถึง การยอมรับว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดมาจากความพยายามที่จะเข้าใจความเป็นเอกภาพของธรรมชาติ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นเป็นผลมาจากความเชี่ยวชาญจากวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ มารวมเป็นสหสาขาของ กฎ ทฤษฎี และมโนมติ ทำให้วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายและพยากรณ์สิ่งต่าง ๆ ได้

7. ความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม หมายถึง การมีความรู้สึกสำนึก และยอมรับว่า วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยีอย่างใกล้ชิดและส่งผลกระทบต่อสังคมทั้งในด้านบวกและลบ ซึ่งวัดได้จากแบบวัดความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

8. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ ที่เรียนวิชา ว 431 เคมี เป็นวิชาบังคับ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 ของโรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องการการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับจุดมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์ศึกษา
2. เอกสารเกียวกับหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)
3. เอกสารเกี่ยวกับความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์
4. เอกสารเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม
5. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
6. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม
7. เอกสารเกี่ยวกับทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
8. เอกสารเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
9. เอกสารเกี่ยวกับความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม
10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เอกสารเกี่ยวกับจุดมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์ศึกษา

การที่จะกล่าวถึงการสอนวิทยาศาสตร์แนวใหม่นั้นจำเป็นที่จะต้องกล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ เนื่องจากหลักสูตรประกอบด้วย จุดมุ่งหมาย เนื้อหา กิจกรรม และการประเมินผล ดังนั้น หลักสูตรจึงเป็นตัวกำหนดขอบข่ายของเนื้อหาวิชา วิธีการ และ ทิศทาง

ในการสอน การสอนจึงเป็นการนำเอาหลักสูตรไปใช้ปฏิบัติเพื่อให้บรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร จึงต้องมีการพัฒนาหลักสูตรและกระบวนการสอนวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

1.1 การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์

แนวการพัฒนาหลักสูตรนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบสำคัญ 3 ประการด้วยกัน คือ ความต้องการของผู้เรียน ของสังคม และ ของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา การปฏิรูปหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์หลังสงครามโลกครั้งที่สองเป้าหมายในการจัดการศึกษาจึงเป็นไปในลักษณะที่หลักสูตรจะช่วยนักเรียนปรับตัวเองให้สอดคล้องกับความต้องการของระบอบประชาธิปไตย การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนจะเป็นแบบบรรยาย โดยใช้ตำราที่มีผู้แต่งคนเดียวเล่มเดียว ดังนั้น การสอนวิทยาศาสตร์จึงเป็นแบบอ่านท่องจำเนื้อหาอย่างกว้างขวาง การสอนวิทยาศาสตร์ดังกล่าวซึ่งพอจะเปรียบเทียบได้กับการสอนประวัติวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจจะไม่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ปรากฏการณ์เช่นนี้ ก่อให้เกิดการปฏิรูปหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในประเทศต่าง ๆ ขึ้นในหลายประเทศ สำหรับในสหรัฐอเมริกาได้มีการปฏิรูปหลักสูตรครั้งสำคัญ ๆ ซึ่งสรุปเป็น 3 ระยะ (สุเทพ อุตสาหะ. 2526 : 2 - 7) คือ

ระยะที่หนึ่ง หลังปี พ.ศ. 2490 ได้มีการเสนอหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะจำเพาะตัว เช่น SCIS, ESS และ SAPA ที่เน้นเกี่ยวกับมโนมติ ปรากฏการณ์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการมีส่วนร่วมของนักเรียน ซึ่งมีลักษณะร่วมกันอยู่หลายประการ คือ

1. เป็นหลักสูตรที่เน้นเนื้อหาวิชาเป็นหลัก โดยรวมวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อใช้สอนในระดับประถมศึกษาและแยกเป็นสาขาวิชาย่อย ๆ เช่น เคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา ในระดับมัธยมศึกษา

2. นักวิทยาศาสตร์ได้มีส่วนร่วมในการสร้างหลักสูตรอย่างไม่เคยมีมาก่อน

3. ตำราและวัสดุประกอบการสอนได้รับการทดลองใช้มาก่อนมากกว่าในสมัยที่ผ่านมามาก

4. ครูที่จะใช้หลักสูตรใหม่ ๆ เหล่านี้จะต้องได้รับการฝึกอบรมเป็นพิเศษ

5. หลักสูตรดังกล่าวเน้นการปฏิบัติมากกว่าการเรียนแบบท่องจำ

6. มีวัสดุประกอบการเรียนการสอน เช่น สิ่งตีพิมพ์ ชุดการสอน และเครื่องมือต่าง ๆ

ระยะที่สอง หลังปี พ.ศ. 2500 มีหลักสูตรใหม่ ๆ เกิดขึ้นมากมาย เช่น หลักสูตรสำหรับนักเรียนที่มีอายุต่างกัน ผู้ที่ไม่นับวิชาวิทยาศาสตร์ ชนกลุ่มน้อยและผู้ด้อยโอกาส โดยมีการสอดแทรกความรู้เกี่ยวกับอาชีพต่าง ๆ เข้าไปด้วย หลักสูตรในระยะนี้ยังมีการเน้นเนื้อหาวิชาเป็นหลักแต่ขณะเดียวกันก็คำนึงถึงลักษณะและความจำเป็นของผู้เรียน บางประการ โดยลักษณะพิเศษของผู้เรียนจะเป็นตัวกำหนดลักษณะของกิจกรรมการเรียนการสอน

ระยะที่สาม หลังปี พ.ศ. 2520 หลักสูตรที่ผ่านมามีการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ขณะเดียวกันการเน้นเนื้อหาวิชาเป็นหลักยังไม่สามารถแก้ปัญหาที่มีอยู่เดิมและมีความต้องการหลักสูตรที่จัดการศึกษาให้กับนักเรียนต่างวัฒนธรรม (Multicultural education) นักวิทยาศาสตร์ศึกษาจึงได้มีการสำรวจหลักสูตรต่าง ๆ และสรุปผลได้ดังนี้

1. หลักสูตรดังกล่าวถูกเขียนขึ้นเพื่อให้เหมาะสมกับวิทยาศาสตร์ในแต่ละสาขาวิชาเท่านั้น

2. หลักสูตรต่าง ๆ ยังไม่ได้คำนึงถึงความใกล้เคียงกับชีวิตความเป็นอยู่ที่แท้จริง

3. นักเรียนประมาณร้อยละ 70 ไม่สามารถใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการเรียนได้

4. หลักสูตรต่าง ๆ มักจะละเลยเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สมัยใหม่

5. ไม่ได้ให้ความสำคัญของการสอนเกี่ยวกับเครื่องมือและสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ที่จะมีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของนักเรียน

6. หลักสูตรไม่คำนึงถึงนักเรียนส่วนใหญ่ซึ่งมีความสามารถปานกลางที่จะเติบโตขึ้นไปเป็นประชากรของชาติในอนาคต

7. หลักสูตรดังกล่าวมักจะเน้นการสอนเกี่ยวกับผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ (end products of science) ซึ่งมักจะคิดว่าเป็นหลักสำคัญและแนวความคิดสมัยใหม่ทางวิทยาศาสตร์ (Triump and Miller. 1979)

จากผลการสำรวจดังกล่าวจึงมีแนวโน้มที่จะจัดให้หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์มีลักษณะที่เปิดโอกาสให้ชุมชนมีส่วนร่วมมากขึ้น เน้นปัญหาหรือหัวข้อที่น่าสนใจแล้วมีการศึกษาค้นคว้าหารายละเอียดของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือหัวข้อนั้น ๆ ซึ่งอาจจะมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันโดยตรงหรือโดยอ้อม นอกจากนี้ยังมีแนวความคิดที่จะรวมวิชาวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ เข้าด้วยกันเป็นสหวิชา (Unified science education) อีกด้วย

1.2 จุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์

จากแนวความคิด ดังกล่าว จุดมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์ศึกษาในทศวรรษหน้าจึงมุ่งเน้นเพื่อพัฒนาให้แต่ละบุคคลมีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ สังคม ซึ่งนักเรียนมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องอยู่และสามารถนำความรู้ไปใช้พิจารณาตัดสินใจเกี่ยวกับชีวิตประจำวันของตนโดยอยู่บนพื้นฐานของความเป็นจริงต่อเนื่องกันระหว่างมโนมติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการต่าง ๆ ซึ่งแต่ละบุคคลได้เรียนรู้และคิดด้วยเหตุผล มีความซาบซึ้งในคุณค่าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมและเข้าใจในขอบเขตจำกัดของตนเองด้วย (Yager. 1990 : 44) จุดหมายสำคัญของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ 4 ประการ ในการจัดการศึกษาให้กับนักเรียนในโรงเรียนและติดตัวไปใช้ได้หลังจากจบการศึกษาแล้ว (Yager. n.d. : 7) คือ

1. เพื่อการค้นพบความต้องการของบุคคล (Science for meeting personal need) วิทยาศาสตร์ศึกษาจะต้องเตรียมการให้แต่ละบุคคลใช้ความรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมคุณภาพชีวิตและสามารถดำรงชีวิตอยู่ในโลกที่มีเทคโนโลยีก้าวหน้าได้

2. เพื่อแก้ปัญหาที่เป็นประเด็นสำคัญของสังคมในปัจจุบัน (Science for resolving current societal issues) วิทยาศาสตร์ศึกษาจะต้องให้ความรู้กับพลเมืองในการเตรียมการสนองตอบต่อปัญหาด้วยการใช้วิทยาศาสตร์ไปจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมของตน

3. เพื่อช่วยเหลือบุคคลในการเลือกประกอบอาชีพ (Science for assisting with career choices) โดยวิทยาศาสตร์ศึกษาจะต้องทำให้นักเรียนเกิดความตระหนักถึงธรรมชาติของ

วิทยาศาสตร์และขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมตามที่นักเรียนมีความชอบและสนใจ

4. เพื่อการเตรียมการสำหรับการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น (Science for prepraring for further study) โดยวิทยาศาสตร์ศึกษาต้องยอมรับนักเรียนที่มีความชอบและมีจุดมุ่งหมายที่จะศึกษาวิทยาศาสตร์ที่เป็นวิชาชีพในชั้นสูงต่อไป

เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่า ปัจจุบันนี้เราอยู่ในยุคที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเจริญรุดหน้าได้อย่างรวดเร็วมาก ทุกอย่างที่เกี่ยวข้องกับตัวเรานั้นเป็นผลมาจากพัฒนาการทางด้านเทคโนโลยีทั้งสิ้น แต่อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อเศรษฐกิจและการเสาะแสวงหาความรู้นั้น ยังไม่เป็นที่เด่นชัด ประชาชนส่วนใหญ่ได้รับข้อมูลที่ผิดพลาดเกี่ยวกับความหมายและอิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อวัตถุ สังคม และชีวิตประจำวัน หลักสูตรวิทยาศาสตร์จะต้องเตรียมคนสำหรับอนาคตและเป็นพลเมืองที่มีความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) สามารถรับรู้และวิเคราะห์ วิจารณ์ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แล้วใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานในการดำเนินชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ.

2. <u>เอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)</u>

นับตั้งแต่กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 เป็นต้นมา กรมวิชาการได้ติดตามประเมินผลการใช้หลักสูตรดังกล่าวตลอดมาเป็นระยะ ๆ และได้นำข้อมูลต่าง ๆ มาพัฒนาและปรับปรุงหลักสูตรในรายละเอียดปลีกย่อยตลอดเวลา จนเป็นหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ซึ่งกระทรวงศึกษาธิการประกาศใช้หลักสูตรในโรงเรียนมัธยมศึกษาทั่วประเทศ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2534 เป็นต้นมา

จุดประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 (กรมวิชาการ. 2533 : 109) มีดังนี้

1. เพื่อให้มีความเข้าใจในหลักการ และทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์

2. เพื่อให้มีความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. เพื่อให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อให้นำความรู้ความเข้าใจในเรื่องของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตอย่างมีคุณค่า

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามจุดประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาซึ่งแบ่งเป็นวิชาฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา แล้วจำเป็นที่จะต้องจัดกิจกรรมให้สัมพันธ์กับวิชาอื่น ๆ และเป็นไปตามจุดเน้นของหลักสูตรด้วย

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 ดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยเห็นความสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการ และตระหนักในปัญหาและความจำเป็น ที่จะศึกษาค้นหาเทคนิควิธีสอนที่หลากหลายและเหมาะสม เพื่อนำมาทดลองใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับ หลักการ จุดหมาย จุดเน้น และ จุดประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533).

1. เอกสารเกี่ยวกับความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์

ในปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ศึกษาพบว่า การจัดหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้นให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น โดยอาศัยทักษะกระบวนการและการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวความคิดของบรูเนอร์และกาเย นั้นไม่เหมาะสมกับสภาพปัจจุบันและในอนาคต (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม ม.ป.ป. ; อ้างอิงมาจาก Hofsteir and Yager. 1982 ; Yager, Hofsteir and Lunetta. 1980) เนื่องจากการจัดวิทยาศาสตร์แบบนั้นตอบสนองความต้องการของสังคม และประเทศชาติ ในเรื่องการเพิ่มจำนวนนักวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ นั้น นักเรียนได้รับการปลูกฝังให้ค้นหาความรู้ตามแนวทางของนักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาของสังคมเท่าที่ควร ปัจจุบันปริมาณของนักวิทยาศาสตร์ในสาขาต่าง ๆ มีมากมายหลายสาขา แต่ปัญหาต่าง ๆ ที่สังคมกำลังเผชิญหน้าอยู่กลับมีมากขึ้นและต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน เช่น ปัญหาเกี่ยวกับมลภาวะ การขาดแคลนพลังงาน ปัญหาประชากร ปัญหาด้านนิเทศนาการ ปัญหาสุขภาพ ปัญหาแรงงาน นักวิทยาศาสตร์ศึกษาจึงได้เสนอว่า การจัดหลักสูตรวิทยาศาสตร์ต้องจัดให้เหมาะสมกับความต้องการของสังคม และ ประเทศชาติ นั่นคือ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องมุ่งเน้นการแก้ปัญหาของสังคมให้มากขึ้น โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งบุคคลที่ชาติต้องการก็คือ บุคคลที่มีความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Scientific Literacy)

3.1 ความหมายของความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์

คำว่า "Scientific literacy" ได้รับการยอมรับว่า เป็นเป้าหมายหลักของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ขณะเดียวกันก็ถูกนำไปใช้ทั้ง ๆ ที่ความหมายของคำนี้ยังไม่เป็นที่ชัดเจนสำหรับผู้เกี่ยวข้องนัก โดยเฉพาะในประเทศไทยมีการใช้ศัพท์ในภาษาไทยที่ยังไม่เป็นที่แพร่หลายนัก ได้มีผู้ใช้ในความหมายที่คล้าย ๆ กัน เช่น

"การรู้หนังสือทางวิทยาศาสตร์" (นิดา สะเพียรชัย. 2527 : 199),

"ความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์" (ธีรชัย ปูรณะโชติ. 2532 : 27)

"ความรู้ความสามารถเชิงวิทยาศาสตร์" (พัชรา หวังวงศ์ ณ อยุธยา. 2532 : 56)

"การรู้วิทยาศาสตร์" (สุนีย์ คล้ายนิล. 2535 ก : 12)

"ความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์" (ศกุนตลา โฆษิตชัยวัฒน์. 2535 : 10)

"ความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์" (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. ม.ป.ป. : 7)

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้ "ความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์" ในความหมายเช่นเดียวกับคำว่า "Scientific literacy" ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้หลายประการ เช่น

ความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาต่าง ๆ อย่างชัดเจน โดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์แล้วสามารถตัดสินใจอย่างเฉลียวฉลาดในการอธิบายสิ่งนั้น (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. ม.ป.ป. : 8 ; อ้างอิงมาจาก Smith. 1974)

ความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจเกี่ยวกับมโนมติ วัตถุ ระบบและกระบวนการของวิทยาศาสตร์ที่ใช้กันอยู่ในชีวิตประจำวัน (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. ม.ป.ป. : 8 ; อ้างอิงมาจาก Smith. 1974)

ความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่จะอ่านและทำความเข้าใจบทความทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเป็นเรื่องของความรู้สึก และ ค่านิยม โดยแสดงได้ด้วยความกระตือรือร้น ความถูกต้องแม่นยำ คุณภาพ ความเพียร ความช่างสงสัย ลักษณะเหล่านี้วัดได้จากความต้องการที่จะเพิ่มพูนความรู้ที่มีอยู่ (Rubba and Anderson. 1978 : 449)

ความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณสมบัติส่วนบุคคลที่สามารถอ่าน ทำความเข้าใจ และแสดงความเห็นทั่ว ๆ ไปในเรื่องราวที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้ (Olorundare. 1988 : 152 ; citing Miller. 1975)

ความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่มีความรู้ความสามารถพื้นฐานในองค์ประกอบ 5 ด้าน คือ ความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในมโนมติ หลักการ กฎ และ ทฤษฎีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในการแสวงหาความรู้ เจตคติที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และ ความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม (ศกุนตลา โมกขิตชัยวัฒน์. 2535 : 10)

จากการให้ความหมาย ดังกล่าว สรุปได้ว่า ความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อให้การดำรงชีวิตประจำวันเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ครูวิทยาศาสตร์ต้องจัดกิจกรรมในการเรียนการสอนที่เหมาะสม เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์และเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพต่อไป.

3.2 ลักษณะของบุคคลที่มีความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์

สมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NSTA) ได้กำหนดว่า บุคคลที่มีความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ คือ บุคคลที่มีความสามารถ ดังนี้ (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. ม.ป.ป. : 10 ; อ้างอิงมาจาก Yager. 1984)

1. สามารถใช้มโนมติ ทักษะกระบวนการ และ ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ในการตัดสินใจในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสมและมีความรับผิดชอบ

2. เข้าใจอิทธิพลของสังคมที่มีต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและอิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

3. เข้าใจถึงบทบาทของสังคมในการควบคุมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยการกำหนดใช้และแบ่งปันทรัพยากรต่าง ๆ

4. รับรู้ถึงข้อจำกัดและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการสร้างความก้าวหน้าในด้านสวัสดิการต่าง ๆ ของมนุษย์

5. รู้และใช้ มโนมติ สมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ได้

6. เห็นคุณค่าและชาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์ที่มีส่วนกระตุ้นและสนับสนุนให้เกิดความงอกงามทางด้านสติปัญญา

7. เข้าใจว่าความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ได้มาจากกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และอยู่ภายใต้กรอบหลักฐานที่มีอยู่ก่อนแล้ว

8. จำแนกความแตกต่างระหว่างหลักฐานทางวิทยาศาสตร์กับความคิดเห็นได้

9. รับรู้และเข้าใจว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้เมื่อมีหลักฐานที่ดีกว่า

10. เข้าใจเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีมาใช้ และเข้าใจเกี่ยวกับเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยี

11. มีความรู้และประสบการณ์อย่างเพียงพอที่จะเห็นคุณค่าหรือชาบซึ้งในการวิจัย และการพัฒนาเทคโนโลยี

12. มีโลกทัศน์ส่วนบุคคลเกี่ยวกับโลกอย่างเหมาะสมอันเป็นผลมาจากการเรียนวิทยาศาสตร์

13. รู้ถึงแหล่งข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เชื่อถือได้ และสามารถใช้แหล่งข้อมูลเหล่านั้นในกระบวนการตัดสินใจได้

คุณลักษณะ ดังกล่าว สอดคล้องกับ โชวอลเตอร์ และคณะ (Simpson and Anderson. 1981 : 21 - 31 ; citing Showalter and other. 1974) ที่ได้เสนอลักษณะของบุคคลที่มีความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

197067

1. เข้าใจธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2. สามารถนำนวโนมติ หลักการ กฎ และ ทฤษฎี ไปใช้ได้อย่างเหมาะสม

3. สามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา ตัดสินใจ ตลอดจนทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในจักรวาล

4. สามารถปฏิสัมพันธ์สิ่งต่าง ๆ ตามแนวทางที่สอดคล้องกับค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

5. เข้าใจ และ ชาบซึ้งในกิจการร่วมกันของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนการมีความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีและสังคม

6. มีโลกทัศน์ส่วนบุคคลต่อจักรวาลอย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นผลมาจากการศึกษาวิทยาศาสตร์ อันจะทำให้บุคคลมีการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต

7. สามารถพัฒนาทักษะในการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้

คุณลักษณะของบุคคลที่มีความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ ดังกล่าวมาแล้ว เอรอน (Baker and Piburn. 1990 : 478 ; citing Aron. n.d.) สรุปไว้ว่า บุคคลที่มีความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์เป็นบุคคลที่ตระหนักได้ว่า วิทยาศาสตร์เป็นผลิตผลของความคิด ความรู้ และ ทักษะของมนุษยชาติและมีความเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งไม่แน่นอน มีขีดจำกัด มีปฏิสัมพันธ์กับสังคมบนพื้นฐานของคุณธรรม และ จริยธรรมของสังคม พร้อมกันนั้นต้องมีความใฝ่ใจที่จะศึกษาวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต

จากการที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ให้ความหมาย และ อธิบาย คุณลักษณะของบุคคลที่มีความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น พอสรุปรวมได้ว่า ความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถของแต่ละบุคคล สามารถตรวจสอบได้ครอบคลุมในด้าน พุทธพิสัย จิตพิสัยและทักษะพิสัย เป็นองค์ประกอบของความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ 5 ด้าน (ศกุนตลา โมกขิตชัยวัฒน์. 2535 : 19) ดังนี้

1. ความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Understanding of the nature of scientific knowledge)

2. ความเข้าใจมโนมติ หลักการ กฎ และ ทฤษฎี พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ (Understanding concepts in basic principles, laws and theories in science)

3. ทักษะในการแสวงหาความรู้ (Enquiry skills)

4. เจตคติที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (Science related attitudes)

5. ความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม (Awareness of the relationships between science, technology to society)

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ได้ข้อสรุปดังกล่าวแล้วข้างต้น การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมายังไม่ได้ตระหนักในปัญหาและความจำเป็นที่จะต้องฝึกนักเรียนให้เป็นบุคคลที่มีความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 5 ด้าน ซึ่งครูวิทยาศาสตร์จะต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับองค์ประกอบของความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ ให้มากที่สุด จึงจะสนองความต้องการของหลักสูตรและจุดหมายของวิทยาศาสตร์ศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ.

4. <u>เอกสารเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม</u>

จากแนวคิดที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ สังคม ดังกล่าวมานั้น ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าหาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยนำแนวคิดของ " วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม (Science - Technology - Society . STS) " มาปรับใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

สำหรับการสอนเทคโนโลยีในโรงเรียนทั่วไปนั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2533) ได้เสนอว่า ควรจะมีการจัดการเรียนการสอนเทคโนโลยีในโรงเรียนหรือควรมีการสอดแทรกเรื่องของเทคโนโลยีในวิชาวิทยาศาสตร์ให้มากที่สุด เพื่อให้เยาวชนไทยตระหนักถึงความสำคัญและมีจิตสำนึก ทักษะ และ ความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีขึ้นมาใช้เอง ในการจัด

การศึกษาจึงควรจัดให้นักเรียนมีคุณสมบัติและบรรลุเป้าหมาย (ภพ เลาหไพบูลย์. 2534 : 38) คือ

1. ตระหนักว่าเทคโนโลยีหรือเทคนิควิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ในปัจจุบันนั้น มีลู่ทางที่จะปรับปรุงให้ดีขึ้นเสมอ

2. มีจิตวิญญาณและความมุ่งมั่นที่จะทำการค้นคว้า ทดลอง หาเทคโนโลยีหรือเทคนิควิธีการใหม่ ๆ อยู่เสมอ

3. มีทักษะและความสามารถที่เหมาะสมกับพื้นฐานความรู้ สภาพและวัยของตนในการใช้หรือ ปรับปรุงเทคโนโลยีหรือเทคนิควิธีการที่ได้มีผู้พัฒนาไว้แล้ว

4. มีทักษะและความสามารถที่เหมาะสมกับพื้นฐานความรู้ สภาพ และวัยของตนในการที่จะลงมือค้นคว้าทดลองหาเทคโนโลยี หรือเทคนิควิธีการใหม่ ๆ ขึ้นมาใช้

จากจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนการสอนเทคโนโลยีนั้น ครูสามารถจัดกิจกรรมเกี่ยวกับเทคโนโลยีให้กับนักเรียนได้ทุกวัยและทุกระดับชั้น ให้มีทักษะและความสามารถในการค้นคว้า ทดลอง แสวงหาเทคนิควิธีการใหม่ ๆ ควรส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกคิด และทำโครงงานโดยอาศัยความรู้ ทักษะ และความสามารถตามระดับหรือวัยของตนที่ได้เรียนรู้จากวิชาต่าง ๆ มาช่วยในการออกแบบและปฏิบัติทดลอง เพื่อสร้างจิตวิญญาณแห่งความเป็นนักประดิษฐ์ นักค้นคว้า ทดลองเป็นสำคัญ

4.1 ความหมายของ วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

การจัดการศึกษาแบบ " วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม " นี้ เป็นการจัดหลักสูตรที่กำลังได้รับการพัฒนาและนำไปทดลองใช้ในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา แคนาดา อังกฤษ ฟิลิปปินส์ และ จีน (UNESCO. 1990 : 44 - 56) สำหรับในประเทศไทยนั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกำลังดำเนินการศึกษาถึงแนวทางและรูปแบบในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ซึ่งการให้ความหมายของคำว่า " Science - Technology - Society หรือ STS " ยังไม่ชัดเจนและเป็นที่แพร่หลายใน

วงการวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศไทย โดยชื่อแล้วมีความหมายอยู่ในตัว คือ การจัดการศึกษาให้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ สังคม มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้ เช่น

วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม หมายถึง การจัดจุดประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์ให้สัมพันธ์กับทิศทางหรือกระแสในปัจจุบันของสังคมเกี่ยวกับการพัฒนาสังคมของวิทยาศาสตร์ จริยธรรมของวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ ความสัมพันธ์กับสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ และการตอบสนองต่อสังคมของวิทยาศาสตร์ (Rosenthal. 1989 : 582)

วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม หมายถึง หลักสูตรที่จัดการศึกษาให้ตรงกับปัญหาที่นักเรียนต้องการ ปัญหาที่เกิดจากพฤติกรรมของคนในสังคม ซึ่งนักเรียนจะเป็นผู้เลือกสรรความรู้ทางวิทยาศาสตร์สำหรับใช้ในการตัดสินใจเกี่ยวกับปัญหาที่นักเรียนต้องการ การกำหนดปัญหาและการให้คำแนะนำในการอธิบายสิ่งที่เป็นไปได้ของแต่ละคน (Yager. 1990 : 45)

วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม หมายถึง การทำให้วิทยาศาสตร์สัมพันธ์กับโลกแห่งความจริง ปัญหาปัจจุบัน เป็นการสอนให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ และ ตัดสินใจจาก ข้อมูล ข่าวสารของตนเองมากกว่าความคิดจากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ เป็นการรวบรวมความรู้ต่าง ๆ และทักษะในการคิดระดับสูง (Finley. 1992 : 270)

วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม หมายถึง การใช้ความต้องการของนักเรียนที่จะนำความรู้วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวัน เกี่ยวกับปัญหาสังคม การเลือกอาชีพที่รู้จักในวันนี้ เป็นการใช้เครื่องช่วยตนเองในการกำหนดและแก้ปัญหาทางสังคม (Yager. n.d. : 8)

วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม หมายถึง การจัดการศึกษาให้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ สังคม เกิดความกลมกลืนกัน โดยการจัดกระบวนการ ประสบการณ์ ให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม โดยใช้วิทยาศาสตร์ศึกษาเป็นแกนในการที่จะใช้เทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ในสังคมเกี่ยวกับชีวิตความเป็นอยู่ของสังคมและการพัฒนาสังคม (บัญชา กัลยารัตน์. 2534 : 57)

จากการให้ความหมาย ดังกล่าว สรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม หมายถึง การจัดการศึกษาให้มีการประยุกต์และใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสัมพันธ์ต่อเนื่องระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม โดยพิจารณาเลือกใช้ข้อมูล ข่าวสาร ทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเพื่อการตัดสินใจนำไปใช้ให้ตรงกับปัญหาที่ต้องการในชีวิตประจำวันหรืออนาคตได้เหมาะสมกับวัฒนธรรมและทรัพยากรในท้องถิ่นของแต่ละบุคคลและสังคม อย่างมีประสิทธิภาพ

จากข้อสรุปข้างต้น จึงควรมีการศึกษาวิจัยและพัฒนากระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนให้สนองตอบกับแนวความคิด วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ต่อไป

สมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (The National Science Teachers Association) ของสหรัฐอเมริกาได้ให้ความหมายของ "วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม" เหมือนกับการสอนหรือการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในบริบทของประสบการณ์ของมนุษย์ (NSTA. 1991) ซึ่งตามแนวคิดของ "วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม" ได้เกิดขึ้นจากความรู้สึกไม่สมหวังในผลจากการใช้หลักสูตรที่ผ่านมา ซึ่งมีความสำคัญต่อการจัดสภาพตามความเป็นจริงของความคิดพื้นฐานและเป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนมีพัฒนาการในกระบวนการของวิทยาศาสตร์ (Processes of science) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of science) มโนมติของวิทยาศาสตร์ (Concepts of science) และ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitude toward science) ซึ่งความแตกต่างของโครงการวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม คือ มุ่งเน้นการนำไปใช้ประโยชน์และการใช้ความรู้อยู่ในเรื่องราวเกี่ยวกับการดำรงชีวิตของแต่ละบุคคลในสังคมและเป็นศูนย์รวมของบทบาทหน้าที่ของครูในการพัฒนาหลักสูตร ความแตกต่างเหล่านี้ไม่ได้มีการกำหนดที่แน่นอนแต่เป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มเติมการจัดกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ให้ความหมายอย่างกว้าง ๆ เกี่ยวกับเป้าหมาย หลักสูตร การประเมินผล และ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการเรียนการสอน (Yager and Tamir. 1993 : 637 ; citing NSTA. 1991)

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นสำคัญแต่อย่างไรก็ตามไม่ได้เน้นการสืบเสาะหาความรู้ที่มากพอ (Welch. 1981 : 53 - 72) เหตุผล

ประการหนึ่งสำหรับความไม่สมหวังจากการใช้หลักสูตร คือ ยังไม่ครอบคลุมเป้าหมายของหลักสูตร ที่ผ่านมาครูส่วนใหญ่ได้ยึดถือกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นบทบาทสำคัญของการสอน โดยใช้ วิธีการกำหนดสื่อการสอนขึ้น ซึ่งส่วนมากกำหนดไว้ในหลักสูตรหรือเป็นสื่อการสอนที่ครูได้มีการพัฒนา มาแล้ว แม้แต่ห้องเรียนก็ได้มีการเตรียมการไว้แล้ว แต่อย่างไรก็ตามไม่ปรากฏหลักฐานที่ชัดแจ้งว่า จะทำให้เกิดกระบวนการการสืบเสาะหาความรู้ (Yager and Tamir. 1993 : 638 ; citing Goodlad. 1984 ; Stake and Easles. 1978 ; Harms. 1977) จากความบกพร่องของ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีการเชื่อกันว่าเป็นรูปแบบการสอนในระดับสูง มีภาระการสอนที่ ยุ่งยาก และมีสภาพการทำงานที่ไม่น่าพึงพอใจนัก จึงได้มีการตั้งเป็นข้อสันนิษฐานว่า ถ้าโครงสร้างและ ขอบเขตของการสอนให้เป็นการคิดด้วยการเน้นความสำคัญของการคิดบนพื้นฐานของการสืบเสาะ หาความรู้ นักเรียนไม่เพียงแต่เรียนรู้เนื้อหาวิชาและทักษะในการสืบเสาะหาความรู้แต่จะใช้ความรู้ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อแก้ไขปัญหาทั่ว ๆ ไปได้ เมื่อเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจะเกิดเจตคติ ในเชิงบวกต่อวิทยาศาสตร์และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะเกิดตามมา การจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม อีกแนวทางหนึ่ง คือ เริ่มต้นจากนักเรียนด้วยความสนใจและ เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนเอง ซึ่งมีอยู่หรือเกิดขึ้นจากทรัพยากรในท้องถิ่นและ มอบหมายให้ครูผู้สอนมีหน้าที่ตัดสินใจในการประเมินผลตามจุดหมายของหลักสูตรและวิธีการสอนที่ใช้ แม้ว่าครูผู้สอนจะเป็นผู้ดำเนินการสอนและตัดสินใจในการประเมินผลแต่ต้องให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง ของการสอน ครูจะต้องพิจารณาและสร้างความสัมพันธ์ในการใช้คำถาม และความคิดของนักเรียน เพื่อช่วยให้เป็นไปตามเป้าหมายของรายวิชาและหลักสูตร ครูผู้สอนเป็นเพียงผู้ช่วยในการทำให้เกิด การตัดสินใจ จึงไม่ใช่ภาระหน้าที่ของครูในการตัดสินใจว่านักเรียนจะแสดงออกว่าเกิดมโนมติและ ได้กระบวนการอะไรบ้าง

การสอนแบบ วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ไม่ได้หมายถึง การสอนที่ครูเป็นผู้บอก (Didactic teaching) โดยการใช้แบบเรียนเป็นศูนย์กลาง แม้ว่า ครูจะเป็นผู้ตัดสินใจเกี่ยวกับ

โครงสร้างของหลักสูตรและขั้นตอนการสอนต่าง ๆ แต่นักเรียนจะเป็นผู้ตัดสินใจในการใช้สถานการณ์และคำถามต่าง ๆ วิธีการหาความรู้ การใช้ความรู้และการแสดงออกด้วยการปฏิบัติ

4.2 จุดมุ่งหมายของ วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

จุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ได้รับการพัฒนาและปรับปรุงให้สอดคล้องกับความต้องการของสังคม การเปลี่ยนแปลงของวิทยาการที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว และเป็นการเตรียมการสำหรับเหตุการณ์ของโลกในอนาคต จากแนวความคิดของ วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม จึงได้มีการพัฒนาทักษะการคิดระดับสูงสำหรับนักวิทยาศาสตร์ศึกษาเพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนและพัฒนาหลักสูตร จึงได้มีการขยายรูปแบบของการสอนวิทยาศาสตร์ออกไปอีกซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการเป็นแม่บทของความพยายามในสิ่งที่เรียกว่า วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม จากจุดมุ่งหมายเหล่านี้ เป็นส่วนประกอบที่เพิ่มเติมให้มีความละเอียดประณีตยิ่งขึ้น แต่ละจุดมุ่งหมายจะมีผลกระทบต่อการวางแผนการสอนและการประเมินผลการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน จุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทางวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ประกอบด้วยจุดมุ่งหมาย 5 ประการดังนี้ (Yager and Tamir. 1993 : 640 - 643 ; Yager and McCormack. 1989 : 45 - 54)

1. มโนมติพิสัย (Concept domain)

มโนมติพิสัย หรือ ความรู้และความเข้าใจ (Knowing and Understanding) เป็นจุดมุ่งหมายที่กล่าวรวมถึง เนื้อหาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรที่กำหนดไว้ในแต่ละรายวิชา จุดมุ่งหมายนี้จำแนกการสังเกตทั่ว ๆ ไป ในการจัดการกับหน่วยต่าง ๆ เพื่อศึกษาและพรรณนาความสัมพันธ์ทางกายภาพและชีวภาพ ความจริงแท้ (Ultimately) เป็นจุดมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์เพื่อเตรียมการหาเหตุและผลในการอธิบายสิ่งต่าง ๆ สำหรับความสัมพันธ์ของการสังเกต การสอนวิทยาศาสตร์นำไปสู่การเรียนรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับมโนมติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะเข้าใจการอธิบายต่าง ๆ ของสิ่งที่กล่าวถึงหรือเหตุการณ์ในจักรวาลที่มีความสำคัญและแพร่หลายอยู่ในปัจจุบัน หลังจากที่นักเรียน

ได้เกิดการเรียนรู้มาแล้ว มโนมติพิสัยนี้รวมถึงข้อเท็จจริง ความรู้ มโนมติ กฎ หลักการ การอธิบาย วิวัฒนาการ และทฤษฎีต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้

มโนมติพิสัยนี้ ใช้เครื่องมือในการวัดผลสัมฤทธิ์ที่จัดเตรียมขึ้นตามจุดประสงค์ของแต่ละรายวิชาและตรงตามแบบเรียนที่ใช้เป็นมาตรฐานในโรงเรียนหรือเนื้อหาใหม่ ๆ ที่กำหนดขึ้น ซึ่งส่วนมากได้รวบรวมเนื้อหาไว้อย่างเป็นระบบอยู่แล้ว การทดสอบจะมีความเท่าเทียมและเป็นคำถามปลายปิดเกือบทั้งสิ้นเช่นเดียวกับที่กล่าวถึงในแบบเรียนต่าง ๆ มีข้อสอบเป็นจำนวนมากกล่าวถึงเรื่องราวเฉพาะในแต่ละบทเรียนตามแบบเรียน โดยปกติจะใช้ข้อสอบที่เป็นมาตรฐานเพื่อวัดความรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้มา

2. กระบวนการพิสัย (Process domain)

กระบวนการพิสัย หรือ การสำรวจและการค้นพบ (Exploring and Discovering) จุดมุ่งหมายนี้ เป็นการนำกระบวนการมาใช้ในวิทยาศาสตร์ศึกษาโดยการจัดหลักสูตรที่เน้นความสำคัญของการแสดงออก และการบรรยายแทนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยถ้อยคำที่นำไปสู่ข้อยุติต่าง ๆ ที่มีคำตอบอยู่แล้ว การสอนตามแนวทางวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม จึงได้ให้ความสำคัญต่อทักษะกระบวนการ (Process skills) และความคิดวิจารณญาณ (Critical thinking) ด้วย สำหรับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Processes of science) จะเกี่ยวข้องกับวิธีการคิด และวิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ในบางครั้ง ความคิดวิจารณญาณก็ถือเป็นความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific thinking) ด้วย สมาคมเพื่อความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์อเมริกัน (American Association for Advancement/AAAS. 1963) ได้รวบรวมและนิยามกระบวนการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ไว้ 13 กระบวนการ ด้วยกัน คือ (1)การสังเกต (2)การวัด (3)การคำนวณ (4)การจำแนกประเภท (5) การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา (6)การจัดกระทำกับข้อมูล และ การสื่อความหมาย (7)การตั้งสมมติฐาน (8)การลงความคิดเห็น (9)การพยากรณ์ (10)การทดลอง (11)การควบคุมตัวแปร (12)การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (13)การตีความหมายและลงข้อสรุปข้อมูล ซึ่งเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่แหล่งหลายอยู่ในปัจจุบัน

การสอนให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ได้มีความคาดหวังว่านักเรียนที่เกิดการเรียนรู้สามารถนำกระบวนการไปประยุกต์ใช้ได้ การรู้กระบวนการจึงแตกต่างจากการใช้กระบวนการ ซึ่งหมายถึง ความสามารถนำกระบวนการไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ หลายชนิดได้อย่างกว้างขวาง แต่การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนยังมีข้อบกพร่องในการให้นักเรียนแสดงการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนทั่วไปทักษะเหล่านี้เป็นเป้าหมายเฉพาะของแต่ละบทเรียน ในทำนองเดียวกัน การสอนตามแนวทางวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ไม่ถือว่าเป็นการระโดยตรงเพียงแต่สนับสนุนให้ทุกคนเลือกใช้แต่ละทักษะในสถานการณ์ใหม่ ๆ ตามที่นักเรียนสนใจและพัฒนาเพื่อใช้สำหรับตัวของเขาเอง

กระบวนการพิสัยนี้ ใช้เครื่องมือในการประเมินผลสัมฤทธิ์ด้านกระบวนการ เช่น แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ของสมาคมเพื่อความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์อเมริกัน (AAAS. 1963) แบบทดสอบวิธีการ และ การปฏิบัติของ วูดเบิร์น (Woodburn's The Methods and Procedures of Science. 1967) แบบวัดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ เวลช์ (Welch's Wisconsin Inventory of Science Processes. 1969) และยังมีแบบทดสอบทักษะการแสวงหาความรู้ ของ ฟราเซอร์ (Fraser's Test of Enquiry Skills. 1979) เป็นต้น

3. สร้างสรรค์พิสัย (Creativity domain)

สร้างสรรค์พิสัย หรือการจินตนาการและการสร้างสรรค์ (Imagining and Creating) การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนส่วนใหญ่เหมือนกับการช่วยทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเนื้อหาที่กำหนดให้ มีส่วนน้อยที่จะพัฒนาจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ซึ่งความสร้างสรรค์ในรูปของคำถาม การอธิบายความเป็นไปได้ และการตรวจสอบความคิดเป็นศูนย์รวมของวิทยาศาสตร์ ความสามารถของมนุษย์บางอย่างมีความสำคัญมาก เช่น (1)การคิดฝัน(การจินตนาการด้วยการคิด) (2)การมีส่วนร่วมกันระหว่างจุดประสงค์กับความคิดในแนวทางใหม่ (3)การสร้างทางเลือกกับสิ่งที่ไม่มีประโยชน์ (4)การแก้ปัญหากับปริศนา (5)การทำนายความเป็นไปได้ของผลที่จะ

เกิดขึ้น (6)การแนะนำรายวิชาที่น่าสนใจ (7)การออกแบบสิ่งประดิษฐ์และเครื่องจักรกล (8)การได้ประโยชน์จากความคิดที่ไม่มีประโยชน์ (9)การพิสูจน์ถึงสิ่งที่เหมือนกัน (10)การจำแนกความแตกต่าง (11)การผสมกลมกลืนกัน (12)ความเป็นอเนกนัย (13)ความเป็นเอกนัย เป็นต้น

จากแนวความคิดดังกล่าว ได้มีรูปแบบการวิจัยและพัฒนาจำนวนมากนำไปสัมพันธ์กับการพัฒนาความสามารถของนักเรียนด้านความคิดสร้างสรรค์ แต่ยังมีจำนวนน้อยที่นำไปรวมเข้าไว้กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งตามปกติเป็นเรื่องธรรมดาสำหรับการคิดด้านศิลปและความสัมพันธ์ของมนุษย์ต่อความคิดสร้างสรรค์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์บางอย่างก็มีลักษณะเป็นเนื้อหา แต่ครูพิจารณาเพียงผลที่เกิดขึ้นในห้องเรียนไม่ได้มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนร่วมไปกับการสอนเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์แต่อย่างใด

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความสามารถด้านสร้างสรรค์พิสัยนี้ โดยทั่วไปใช้เครื่องมือวัดความคิดสร้างสรรค์ ของ ทอร์แรนซ์ (Torrance's Test of Creative Thinking. 1966) แบบวัดวิธีการคิด ของ วอลลาช และโคแกน (Wallach and Kogan's Modes of Thinking in Young Children. 1965) เป็นต้น ซึ่งเป็นที่รู้จักและนำไปใช้กันมากแต่ก็ได้รับการวิจารณ์ว่าเป็นเรื่องยากสำหรับครูในการตรวจให้คะแนนและไม่ปรากฏว่านำผลที่ได้ไปใช้อย่างไร มหาวิทยาลัยของรัฐไอโอวาจึงได้ปรับปรุงเครื่องมือวัดสำหรับนักเรียนตั้งแต่ระดับ 3 ถึงระดับ 12 ให้ครูสามารถตรวจวัดพัฒนาการในเกณฑ์เฉพาะของความสร้างสรรค์ โดยกล่าวถึง ความสามารถในการตั้งคำถามความเห็นที่เป็นไปได้ และ การทำนายผลที่เป็นไปได้ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นอกจากนี้ยังรวมถึงปริมาณและคุณภาพของ คำถาม ความเห็น และผลที่จะเกิดขึ้น ซึ่งพิจารณาโดยตรงถึงการสนับสนุนและการประเมินคำถาม ความเห็น และผลที่จะเกิดขึ้นที่แปลกแตกต่างเป็นพิเศษไปจากคนอื่น โดยวัดจากค่าเฉลี่ยของ (1)คำถาม (2)คำถามที่แปลกใหม่ (3)ความเห็น (4)ความเห็นที่แปลกใหม่ (5)การทำนายผลที่จะเกิดขึ้น และ (6)การทำนายผลที่แปลกใหม่ การวัดความคิดสร้างสรรค์แบบนี้ได้นำไปทดลองใช้ในการวิจัยที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ ในโครงการเชาตาควาของมหาวิทยาลัยไอโอวา (The Iowa Chautaqua Program)

4. จิตพิสัย (Attitude domain)

จิตพิสัย หรือ ความรู้สึกและการเห็นคุณค่า (Feeling and Valuing) สภาพในปัจจุบัน ความซับซ้อนที่เพิ่มขึ้นของสังคม สถาบันการเมือง สภาวะแวดล้อม ปัญหาพลังงานและความวิตกกังวล ทั่วไปเกี่ยวกับอนาคตทำให้ เนื้อหา กระบวนการต่าง ๆ แม้แต่ความสนใจในการสร้างจินตนาการ ซึ่งไม่เพียงพอสำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน ซึ่งจำเป็นต้องคำนึงถึงความรู้สึก คุณค่า และทักษะในการตัดสินใจของมนุษย์ที่มีต่อปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ

จิตพิสัยนี้ กล่าวถึง (1)การพัฒนาเจตคติในเชิงบวกต่อวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ในโรงเรียน ครูวิทยาศาสตร์ และ อาชีพทางวิทยาศาสตร์ (2)การพัฒนาเจตคติในเชิงบวกต่อตนเอง (3)การสำรวจความรู้สึกของมนุษย์ (4)การพัฒนาความตื่นตัวและความเคารพในความรู้สึกของคนอื่น (5)การแสดงความรู้สึกของบุคคลในการสร้างแนวทางใหม่ ๆ (6)การตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าของแต่ละบุคคล (7)การตัดสินใจเกี่ยวกับผลที่จะเกิดขึ้นกับสังคมและสิ่งแวดล้อม (8)การสำรวจหาเหตุและผลในด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่า การเรียนรู้ทั้งหมดเป็นสิ่งที่พึงปรารถนา เมื่อนักเรียนมีเจตคติในเชิงบวกเกี่ยวกับการเรียน นักเรียนจะได้รับการกระตุ้นให้หมกมุ่นกับการพบกับจุดมุ่งหมายของแต่ละรายวิชาและพึงพอใจที่จะทำให้จุดมุ่งหมายนั้นเป็นจริง เจตคติในเชิงลบจะทำให้ท้อใจและโน้มเอียงที่จะเห็นว่าจุดมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่น่าราคาญไม่เป็นสาระ แม้ว่าจะเป็นสิ่งที่ทุกคนคาดหวังจากการเรียนวิทยาศาสตร์ก็ตาม เป้าหมายของ วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม อยู่บนผลที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและความของนักเรียน จึงต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษที่จะทำให้นักเรียนแต่ละคนตระหนักถึงคุณค่าและความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดจิตพิสัยนี้ โดยทั่วไปวัดด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นสำคัญ เช่น แบบวัดรายการเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของ มัวร์ และ ซัดแมน (Moore and Sutman's Sciencd Attitude Inventory. 1970) แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของ มหาวิทยาลัยเท็มเปิล (Attitude Toward Science and Technology. 1979) แบบวัดเจตคติต่อความ

สัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับสังคม ของไพล์ (Piel's Test of Attitudes on Technology - Society Interaction. 1984) แบบวัดเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ ครู อาชีพ และ คุณค่าของวิทยาศาสตร์ (NAEP. 1988) เครื่องมือวัดเจตคติ ความพอใจ และ ความเข้าใจ ของ มิลเลอร์ (The Attitudes, Preferances and Understandings Instrument. 1988) เป็นต้น

5. ประยุกตพิสัย (Application domain)

ประยุกตพิสัย หรือ การใช้ความรู้และการใช้ประโยชน์ (Using and Applying) การจัดแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปดูเหมือนว่า ไม่มีจุดมุ่งหมายในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ ถ้าแผนการเรียนนั้นไม่รวมเนื้อหาโดยสรุปของความรู้ ทักษะและเจตคติ ซึ่งสามารถถ่ายโอนและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน ดังนั้น จึงไม่สมควรแยกวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์จากเทคโนโลยี เพราะ นักเรียนต้องการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสเกี่ยวกับประสบการณ์ต่าง ๆ ที่เขากำลังเผชิญอยู่ ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นความคิดต่าง ๆ จากการที่นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียน โดยองค์ประกอบของจุดมุ่งหมายนี้ ประกอบด้วย (1)การเห็นตัวอย่างของมโนมติทางวิทยาศาสตร์จากประสบการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน (2)มีการประยุกต์ใช้มโนมติและทักษะทางวิทยาศาสตร์กับปัญหาประจำวัน (3)ความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยนำไปใช้ในการประดิษฐ์เครื่องใช้ในบ้าน (4)การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน (5)ความเข้าใจและประเมินค่าของ ข้อมูล ข่าวสาร จากการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ (6)การตัดสินใจที่สัมพันธ์กับสุขอนามัย นิเทศการ และ การดำรงชีวิตของบุคคล บนพื้นฐานความรู้ของมโนมติทางวิทยาศาสตร์มากกว่าจากคำบอกเล่า หรือ ความรู้สึก (7)การรวบรวมความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการอื่น ๆ เช่น การแสดงออกในการออกแบบวิธีค้นคว้าการหาคำตอบและ/หรือ ช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหาของตนเอง ท้องถิ่น ภูมิภาค ชาติ และ/หรือ นานาชาติให้ดีขึ้น (8)สามารถนำไปสู่โครงการปฏิบัติของท้องถิ่นและสังคม (9)การขยายประสบการณ์ในโรงเรียนให้นอกเหนือไปจากการเรียนในห้องเรียน และ (10)การเน้นถึงความสัมพันธ์และความต่อเนื่องของวิทยาศาสตร์กับกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ โดยครูเป็นผู้พิจารณาให้เป็นไปตามจุดหมายของรายวิชา

จุดมุ่งหมายในรายวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวัตถุดิบที่จะนำไปสัมพันธ์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง เป็นการนำไปใช้กับเทคโนโลยีที่เป็นการประยุกต์ของวิทยาศาสตร์ เช่น ประยุกต์กับการเตรียมการอย่างต่อเนื่องกับสังคมด้วยความชื่นชมต่อการมีความคิดสร้างสรรค์และเจตคติ นักเรียนจำนวนมากจะเห็นคุณค่าของกระบวนการและมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะมีพัฒนาในการเน้นจุดมุ่งหมายนี้ได้ดี เพราะนักเรียนเห็นจริงหรือสามารถถึงประเด็น เรื่องราว ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับตนเองมากกว่าการสนองตอบตามความต้องการของครูหรือการสอบ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ นักเรียนจะนำไปปรับใช้ด้วยความพึงพอใจให้เหมาะสมเต็มตามศักยภาพของตนเองได้ในอนาคต

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความสามารถด้านประยุกต์นิสัยนี้ จัดทำขึ้นจากภาพรวมของหัวข้อที่เกี่ยวกับความเป็นไปได้ของการใช้ความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เช่น แบบทดสอบทัศนทางของวิทยาศาสตร์ในสังคม ของ กอร์ท และ วิลลาร์ด (Korth and Willard's Test on Social Aspect of Science. 1968) แบบวัดวิทยาศาสตร์และสังคม ของ ดาเกเยอร์ (Dagher's Science and Society. 1986) เป็นต้น ซึ่งในการนำความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้นั้น นักเรียนจะต้องรู้ถึงขอบเขตและวงจำกัดของวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างจากความรู้ด้านอื่น ๆ นั่นคือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ให้ความจริงเพียงบางส่วน และจะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขต่อ ๆ ไป.

จากจุดมุ่งหมายของ วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ดังกล่าว มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของ หลักสูตรมัธยมศึกษา ตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) โดยเฉพาะจุดมุ่งหมายของวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นภาระหน้าที่ของครูวิทยาศาสตร์ที่จะต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ครอบคลุมจุดมุ่งหมายของหลักสูตร แต่การสอนของครูวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนโดยทั่วไปจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามคู่มือครู ของ สสวท ซึ่งใช้รูปแบบการสอนแบบเน้นเสาะหาความรู้ (Inquiry approach) เป็นสำคัญ ผลการใช้หลักสูตรย่อมเกิดปัญหาในทำนองเดียวกับประเทศสหรัฐอเมริกา เพราะ ประเทศไทยนำรูปแบบวิทยาศาสตร์ศึกษาของสหรัฐอเมริกามาเป็นต้นแบบของการจัดการศึกษาเช่นกัน ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำ วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ศึกษาของสหรัฐอเมริกาได้ทำการวิจัยและพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้กันอยู่ โดยนำมาปรับใช้กับนักเรียนไทยซึ่งมีวัฒนธรรมและสังคมที่แตกต่างจากประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษา ค้นคว้า วิจัย และพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ต่อไป.

5. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

5.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี ทุกวิธีต่างก็มุ่งให้ผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry methode)ก็เป็นวิธีหนึ่งที่มุ่งให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้มีผู้ให้ความหมายของการสอนแบบนี้ไว้หลายลักษณะ เช่น

ซันด์ (Sund. 1973 : 37) สรุปว่า การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) เป็นการค้นหาความรู้โดยเน้นวิธีการให้ได้มาซึ่งตัวความรู้มากกว่าตัวความรู้ ซึ่งเป็นผลผลิตของการศึกษา ค้นคว้า ดังนั้น การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะเป็นการชี้นำให้วางแผนและกำหนดวิธีการค้นคว้าหาความรู้เอง ในที่สุดนักเรียนก็จะค้นพบความรู้ที่เป็นคำตอบซึ่งจะตรงกับเจตนารมย์ที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ เพราะนักวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะได้ตัวความรู้วิทยาศาสตร์นี้ต้องใช้กระบวนการทางความคิดหลายอย่าง

คาริน และ ซันด์ (Carin and Sound. 1975 : 97 - 104)ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการใช้กระบวนการทางสมองของตนเอง ค้นหาความรู้ในลักษณะการกระทำเหมือนผู้ใหญ่ (Maturing adult) ในการแก้ปัญหา โดยการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง เพื่อหาวิธีการต่าง ๆ สืบเสาะถึงปรากฏการณ์ ความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของธรรมชาติ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีพื้นฐานมาจากการค้นพบ (Discovery) ซึ่งเป็นกระบวนการทางสมอง

ในการดูดซึมความคิดรวบยอดและหลักการต่าง ๆ เหมาะสมสำหรับการสอนในระดับประถมศึกษา ซึ่งพฤติกรรมของนักเรียนจะออกมาในรูปของการคิดปัญหาขึ้นเอง ออกแบบการทดลองและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งความสำเร็จของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะต้องขึ้นอยู่กับระดับพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนและสมรรถภาพของครู

นิดา สะเพียรชัย (2520 : 4) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ก็คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นผลมาจากปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการที่ทำให้มีการค้นคว้า ทดลอง รวบรวมข้อมูล เพื่อนำไปสู่การตั้งทฤษฎีต่าง ๆ

อนันต์ จันทร์ภาวี (2523 : 6) ได้สรุปว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักหาเหตุผลและสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ นอกจากนี้ ยังเป็นการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย

วิไลวรรณ ปิยะปกรณ์ (2535 : 27) ได้สรุปว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการหนึ่งที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่เพียงจัดสภาพการเรียนการสอนให้เอื้ออำนวยต่อกระบวนการที่จะคิดแก้ปัญหาโดยใช้คำถามและการทดลองเป็นสื่อ การสอนในลักษณะนี้สิ่งที่สำคัญประการหนึ่งก็คือ ครูจะต้องสร้างแรงจูงใจและทำให้ห้องเรียนมีบรรยากาศอิสระเพื่อการซักถามและอภิปราย ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้

จากที่กล่าวมาทั้งหมด สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการค้นหาความรู้โดยเน้นวิธีการได้มาซึ่งความรู้มากกว่าตัวความรู้ นักเรียนเป็นผู้วางแผนและกำหนดวิธีการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองในลักษณะการกระทำกิจกรรมเหมือนผู้ใหญ่โดยครูจะต้องสร้างสถานการณ์และคำถามยั่วยุให้มีการค้นคว้า ทดลอง รวบรวมข้อมูล เพื่อนำไปสู่การตั้งทฤษฎีต่าง ๆ ซึ่งความสำเร็จของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะขึ้นอยู่กับระดับพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนและครู

5.2 ลำดับขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

จากความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังกล่าว มีการศึกษาถึงวิธีการสอนและขั้นตอนในการเรียนการสอนไว้เป็นแนวทาง ดังนี้

ซันด์ และ โทรว์บริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1973 : 63) ได้กำหนดขั้นตอนในการสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. กำหนดคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ

2. กำหนดปัญหา

3. สร้างสมมติฐาน

4. ออกแบบการทดลอง

5. ปฏิบัติการทดลอง

6. สรุปผลเป็นความรู้

เอเซป (ASEP/Australian Science Education Project. 1974 : 81)ได้เสนอขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์ที่เร้าให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้

2. ค้นคว้าหาวิธีแก้ปัญหาที่ต้องการสืบเสาะหาความรู้

3. สรุปผลการสืบเสาะหาความรู้

ในขั้นตอนทั้ง 3 ข้างต้น จะต้องอาศัยการกำหนดและนิยามปัญหา และการค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหาแทรกอยู่ระหว่างขั้นตอนทั้ง 3 ด้วย

สุวัฒก์ นิยมค้า (2517 : 125) กล่าวถึง ลักษณะของการจัดกิจกรรมสำเร็จรูปสำหรับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. ครูกำหนดปัญหา

2. เสนอแนะวิธีการรวบรวมข้อมูล

3. ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลตาม ข้อ 2

4. เมื่อรวบรวมข้อมูลแล้วให้นักเรียนจัดทำตารางหรือเขียนกราฟตามที่ครูบอก

5. ตั้งคำถามที่ต้องการไว้ แล้วให้นักเรียนตอบโดยใช้ข้อมูลข้างต้น

6. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของปัญหา แล้วอภิปรายหน้าชั้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) ได้กำหนดขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้ (ประวิตร ชุศิลป์. 2524 : 5 - 6)

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre - lab discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น คิด สงสัย หรือเป็นการแนะแนวทางในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ตอบปัญหา

2. การปฏิบัติการทดลอง (Experimental period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนจะคอยควบคุมและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้น สนับสนุนและเป็นที่ปรึกษาด้วย โดยนักเรียนจะเป็นผู้เก็บรวบรวมข้อมูล

3. การอภิปรายหลังการทดลอง (Post - lab discussion) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนจะต้องใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลจากการทดลองที่รวบรวมไว้มาสรุปเป็นความรู้ รวมทั้งอภิปรายข้อผิดพลาดของการทดลองที่อาจเป็นไปได้ คำถามต่าง ๆ ที่ผู้สอนใช้ตอนนี้ นอกจากจะช่วยให้นักเรียนสรุปผลการทดลองได้แล้ว ยังจะช่วยให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น มีแนวคิดอย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น

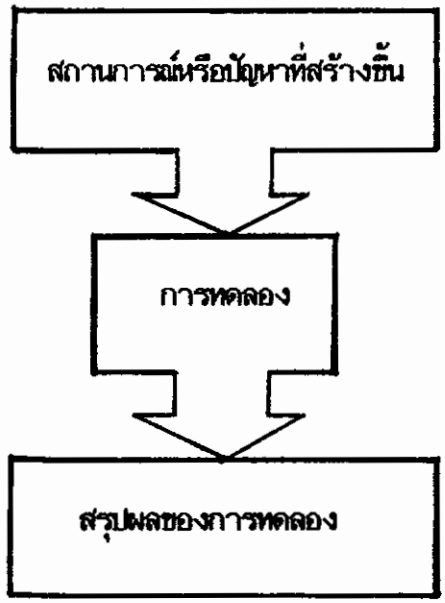
คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 115 - 118) ได้เสนอกิจกรรมสำคัญที่นำมาใช้ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งได้แก่ การอภิปราย การทดลอง และอาจแบ่งเป็นขั้นตอนได้ ดังนี้

1. การอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง

2. การทดลอง

3. การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

จากขั้นตอนดังกล่าว การอภิปรายนับว่าเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างยิ่ง ถ้าผู้สอนรู้จักแนะแนวทางที่เหมาะสมแล้วจะช่วยฝึกและปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเองกล้าแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดของคนอื่นอย่างมีเหตุผล ส่วนการทดลองนั้นถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกให้นักเรียนได้มีพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์สำหรับกิจกรรมการอภิปรายเข้าสู่การทดลอง และอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองนั้น ผู้สอนจำเป็นต้องใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนให้รู้จักคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่สร้างขึ้นกับเรื่องที่จะทดลอง และ ข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือผลสรุป ในการอภิปรายโดยใช้คำถามนั้น นักเรียนอาจตั้งคำถามกับครูหรือนักเรียนด้วยกันเองก็ได้ ซึ่งการสอนในลักษณะนี้อาจเขียนแผนภูมิแสดงได้ ดังนี้



อภิปรายโดยใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

อภิปรายโดยใช้คำถามจากข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

นำเอาความรู้ไปใช้กับเรื่องที่จะเรียนต่อไป
หรือสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน

ภาพประกอบ 1 แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามลักษณะที่แสดงนี้ สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนได้ ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา สถานการณ์หรือปัญหานั้นควรจะอยู่ใกล้ตัว ดึงดูดความสนใจของนักเรียน เป็นสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน และ สามารถโยงไปสู่การออกแบบการทดลองได้

2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางในการหาคำตอบของปัญหาข้างต้น การใช้คำถามในตอนนี้ต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาที่สร้างขึ้นเป็นหลัก ชุดคำถามต้องสามารถนำนักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ คำตอบที่เป็นไปได้ควรเป็นแนวทางของการออกแบบการทดลองที่กำหนดไว้ในแบบเรียน

3. ใช้คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลอง และความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ คำถามในช่วงนี้จะออกมาในรูปของการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้ แนะนำอุปกรณ์ เทคนิค และขั้นตอนการทดลอง ตลอดจนความปลอดภัยในการใช้สารเคมีและอุปกรณ์การทดลอง

4. ดำเนินการทดลองและบันทึก ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องดำเนินการทดลองและบันทึกผลโดยการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ตามความเหมาะสม ซึ่งครูจะมีบทบาทในการให้ความช่วยเหลือด้วย

5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามในขั้นตอนนี้จะต้องอาศัยข้อมูลจากการทดลองเป็นหลัก เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้สถานการณ์ หรือปัญหาข้างต้น และควรจะมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์และปัญหาที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวัน หรือเรื่องที่จะเรียนต่อไป

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นี้ บรูซ จอยส์ และ มาร์ชา เวล (Bruce Joyce and Marcha Weil) ได้รวบรวมแนวทางและสรุปผลเกี่ยวกับรูปแบบของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้ (ดวงเดือน เทศวานิช. 2535 : 15 - 16 ; อ้างอิงมาจาก Joyce and Weil. 1986)

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry training) เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นทักษะการคิดอย่างมีระบบ โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลซึ่งต้องมีหลักฐานสนับสนุน วิธีนี้เป็นวิธีที่ให้นักเรียนพิจารณาหาเหตุหาผล สามารถใช้คำถามที่ถูกต้องและคล่องแคล่ว สามารถสร้างและทดสอบสมมติฐานได้

เนื่องจากนักเรียนมีการค้นหาความรู้โดยการตั้งคำถาม ครูก็ต้องมีการสอนวิธีตั้งคำถามก่อน ซึ่งคำถามมี 2 ประเภท คือ

1. คำถามที่ค้นหาข้อมูล นักเรียนตั้งคำถามเพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ เป็นคำถามชนิดที่ผู้ตอบตอบว่า ใช่ หรือ ไม่ใช่

2. คำถามที่เป็นสมมติฐาน เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลที่ต้องการเพียงพอแล้ว จะตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ นักเรียนจะสามารถตั้งหลาย ๆ สมมติฐาน เมื่อได้สมมติฐานแล้ว ให้นักเรียนตั้งคำถามประเภทที่ 1 เพื่อทดสอบสมมติฐาน ถ้าได้ข้อมูลหรือหลักฐานขัดแย้งกับสมมติฐาน สมมติฐานนั้นก็จะยกเลิกไป ถ้าได้หลักฐานที่สนับสนุนสมมติฐาน นักเรียนจะตั้งคำถามที่ค้นหาข้อมูลเพิ่มมากขึ้น เพื่อค้นว่าสิ่งนั้น คือ อะไร

รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นี้ มีลำดับการสอน 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 เสนอปัญหา (Encounter with the problem)

1.1 ครูอธิบายวิธีการเรียนและวิธีตั้งคำถาม จนนักเรียนสามารถตั้งคำถามทั้งสองประเภทได้อย่างคล่องแคล่ว

1.2 ครูเสนอเหตุการณ์ที่เป็นปัญหา ซึ่งเป็นเรื่องราว ปรากฏการณ์ สิ่งต่าง ๆ ที่น่าสนใจ น่าอยากรู้อยากเห็น

ขั้นที่ 2. รวบรวมข้อมูล และพิสูจน์ (Data gathering-verification)

2.1 นักเรียนพิจารณา ลักษณะ ธรรมชาติ และสภาพของสิ่งที่เป็นปัญหา

2.2 นักเรียนตั้งคำถามเพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นปัญหา

2.3 ครูตอบคำถาม โดยตอบว่า ใช่ หรือ ไม่ใช่

ขั้นที่ 3 รวบรวมข้อมูล และทดสอบ (Data gathering-experimentation)

3.1 นักเรียนและครูจำแนกข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นปัญหา

3.2 นักเรียนตั้งสมมติฐาน โดยพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลของปัญหา แล้วจึงทดสอบสมมติฐานโดยการตั้งคำถาม

ขั้นที่ 4 สร้าง และอธิบายกฎ (Formurating and explannation)

4.1 นักเรียนตัดสินใจว่า สมมติฐานใดมีข้อมูลสนับสนุนชัดเจน แล้วจึงสร้างกฎ และ บอกนิยาม

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์กระบวนการใช้คำถาม (Analysis of the inquiry process)

5.1 นักเรียนและครูวิเคราะห์ยุทธวิธีการใช้คำถามและพัฒนาคำถามให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

5.2 นักเรียนและครูวิเคราะห์ขั้นตอนในการคิด เพื่อค้นหาคำตอบของปัญหา และเพื่อปรับปรุงวิธีการคิดให้ดีขึ้นในคราวต่อไป

การเตรียมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของครูกระทำได้ ดังต่อไปนี้

1. หาปัญหา ซึ่งอาจเป็นสิ่งของ การกระทำ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ธรรมชาติ

2. เลือกวิธีเสนอปัญหา โดยวิธีการต่าง ๆ เช่น ใช้ภาพ สื่อการสอน การแสดง การเล่าเรื่อง บทบาทสมมติ ฯลฯ

3. เตรียมประโยคชี้แจงงานให้แก่นักเรียน

4. เตรียมประโยคที่ครูจะใช้ในการกระตุ้นให้นักเรียนถามคำถาม

5. เตรียมประโยคคำถามประเภทสมมติฐาน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำนายผลที่จะเกิดตามมา

รูปแบบวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีผลต่อนักเรียน ดังนี้

ผลทางตรง

1. นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ค้นหาว่า อะไร คือ เหตุ

อะไร คือผล และจะมีวิธีการตั้งคำถามอย่างไรจึงจะหาคำตอบได้

2. นักเรียนมีทักษะในวิธีการคิดตั้งคำถาม เช่น คำถามใดดี ช่วยให้ค้นหาคำตอบ คำถามใดไม่ดี ไม่ช่วยให้ค้นหาคำตอบ

ผลทางอ้อม

1. นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ สามารถสร้างคำถามได้อย่างรวดเร็ว

2. นักเรียนสามารถค้นหาความรู้ได้ด้วยตนเอง และมีความเชื่อมั่นว่าตนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

3. นักเรียนสามารถอดทนและยอมรับคำตอบที่ยังไม่ชัดเจน เพราะว่า บางครั้งไม่มีคำตอบเพียงคำตอบเดียว

4. นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของความรู้ว่า ความรู้ คือ สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นหรือคิดขึ้นเอง ความรู้ใหม่ ๆ เกิดขึ้นตลอดเวลา ฉะนั้น เมื่อมีข้อมูลเพิ่มขึ้น ความรู้ที่มีอยู่ในปัจจุบันอาจเปลี่ยนแปลงไปได้

จากที่กล่าวมาแล้วพอสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใช้ในคู่มือครู เป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนใช้กระบวนการทางสมองของตนเองโดยการใช้กระบวนการเหมือนกับผู้ใหญ่หรือนักวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหาโดยการตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง เพื่อการค้นพบความรู้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง และ รวบรวมข้อมูล ซึ่งนำไปสู่การพิสูจน์หรือตั้งทฤษฎีต่าง ๆ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูเป็นผู้จัดเตรียมห้องเรียน สถานการณ์ คำถาม วัสดุอุปกรณ์และสื่อการสอน ซึ่งแบ่งได้ 3 ขั้น คือ ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ขั้นทำการทดลอง และ ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง เพื่อนำไปสู่คำตอบหรือข้อสรุปที่มีอยู่แล้วตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร โดยครูเป็นผู้พิจารณาตัดสินด้วยการทดสอบความรู้ตามเนื้อหาในแบบเรียน ความสำเร็จของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จึงขึ้นอยู่กับพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนและสมรรถภาพของครูประกอบกัน

เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบ วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

6.1 ความหมายของการสอนแบบ วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

คำว่า วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม เป็นการประยุกต์ใช้จากความพยายามสุดท้ายที่จะเตรียมการอรรถาธิบายโลกแห่งความเป็นจริงเพื่อการศึกษาวิทยาศาสตร์และแสวงหาด้วยตัวเอง เป็นก้อยคำสำนวนในเชิงวิวาทที่ทำให้สละสลวยขึ้นของวิทยาศาสตร์ศึกษาในการออกไปนอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในหลักสูตรและอภิปรายต่อเนื่องเกี่ยวกับขอบเขต และ ลำดับเหตุการณ์ของมโนมติพื้นฐานและทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการสอนแบบ วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กล่าวถึงภาพรวมทั้งหมดของวิกฤตการณ์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการของการจัดการศึกษา ซึ่งกล่าวรวมถึงจุดหมายหลักสูตร ยุทธศาสตร์การสอน การประเมินผล และ การเตรียมการหรือการกระทำของครู การจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ไม่สามารถกระทำโดยการเพิ่มเติมหัวข้อและบทเรียนที่แน่นอนไว้ในหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา หรือแบบเรียน นักเรียนจะต้องทำให้เกิดขึ้นจากการตั้งจุดหมาย การวางแผนการปฏิบัติ ข้อมูลข่าวสารของท้องถิ่น และ การประเมินของตนเอง เพื่อนำไปสู่การใช้เทคโนโลยีเป็นตัวประสานให้ต่อเนื่องกันระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม (Yager. n.d. : 25) การเรียนการสอนในห้องเรียนจึงต้องทำให้นักเรียนเกิดการตัดสินใจนำมโนมติและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาตร์ไปใช้ให้สัมพันธ์กับชีวิตประจำวันหรือท้องถิ่นของตนเอง

จากแนวความคิดดังกล่าวมาแล้วข้างต้น การสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม หมายถึง การจัดกิจกรรมการคิดที่เน้นให้นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการหาคำตอบหรือแก้ปัญหาที่จะเกิดขึ้นในปัจจุบันหรืออนาคต จากความสนใจหรือประเด็นปัญหาในท้องถิ่นของตนเอง นอกเหนือไปจากที่กำหนดหรือแนะนำไว้ในแบบเรียน ให้เหมาะสมกับความสามารถและทรัพยากรในท้องถิ่นของตนเอง ซึ่งนักเรียนอาจนำไปเป็นแนวทางในการปฏิบัติให้เกิดเป็นผลงานในโอกาสต่อไป

จากความหมายของการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ดังกล่าว ครูผู้สอนจำเป็นต้องใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดที่จะนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับจากการเรียนในห้องเรียนไปใช้อย่างกว้างขวางให้สอดคล้องกับท้องถิ่นและวัฒนธรรมของตน

6.2 ยุทธวิธีในการสอนแบบ วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเน้นที่การสืบเสาะหาความรู้ โดยการตั้งคำถามเกี่ยวกับเรื่องที่กำหนดไว้ในแบบเรียน นักเรียนจึงคิด ปฏิบัติ และ มีประสบการณ์ตามกรอบที่วางไว้ ทำให้ความคิดไม่กว้างไกลและมุ่งหวังที่จะนำความรู้ไปใช้ในการสอบมากกว่าการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและท้องถิ่นของตน การจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนลักษณะนี้ยังไม่เพียงพอที่จะทำให้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนครอบคลุมถึงจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและไม่มีหลักฐานที่แสดงออกถึงการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

จากปัญหาดังกล่าว นักวิทยาศาสตร์ศึกษาจึงได้ทำการศึกษา วิจัย และ พัฒนาการสอนตามแนวทาง วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ขึ้น จึงมีการปรับเปลี่ยนและขยายยุทธวิธีในการสอนให้กว้างขวางยิ่งขึ้น ดังนี้ (Yager. n.d. : 88 - 89)

1. การเสริมสร้างความสามารถพิเศษในการสังเกต โดยการให้ข้อมูลและวิธีการใหม่ ๆ
2. นำผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ใหม่ ๆ มาสัมพันธ์กัน
3. กำหนดความสัมพันธ์ แต่ปฏิบัติแตกต่างไปจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
4. เลือกใช้ข้อมูลสำหรับแก้ปัญหา และปัญหาพิเศษที่แปลกใหม่
5. เลือกแนวทางการแสดงออกพื้นฐาน จากข้อมูลใหม่ที่ได้เตรียมการไว้แล้ว

การจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนตามแนวทาง วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม นอกจากการเรียนเนื้อหาจากตัวอย่างที่สำคัญแล้ว จะมีการปรึกษา และ/หรือ การประชุมหาข้อสรุปร่วมกัน เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลใหม่ ๆ เพิ่มเติมอีกด้วย

6.3 ลำดับขั้นตอนในการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

การสอนตามแนวทาง วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีนักวิทยาศาสตร์ศึกษาทำการศึกษา วิจัย และพัฒนาไว้หลายแนวทางด้วยกันทั้งการสอนในห้องเรียนและนอกห้องเรียน มีการนำไปทดลองใช้ในวัฒนธรรมและสังคมที่ต่างกัน สำหรับวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ในห้องเรียนสามารถสรุปขั้นตอนการจัดกิจกรรมได้ 3 ขั้น ดังนี้ (Yager and Tamir. 1993 : 643 - 645)

ขั้นที่ 1 กำหนดหัวข้อการอภิปราย (The subject being discussed)

เป็นขั้นการสืบหาหัวข้อการอภิปรายจากกระแสความเป็นไปของท้องถิ่น ครอบครัว ของนักเรียนแต่ละคน

ขั้นที่ 2 รอเวลาให้ปรากฏ (The use of wait time is apparent)

เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเกิดกระบวนการของการตั้งคำถาม กำหนดความคิดที่ดี ๆ และพิจารณาความคิดที่ยังไม่มีคุณค่าในการตอบคำถาม

ขั้นที่ 3 ปฏิบัติการร่วมกัน (The cooperative learning)

เป็นขั้นที่นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาของแต่ละคนเพื่อหาข้อสรุปเป็นปัญหาร่วมกัน แล้วเสนอให้ครูพิจารณารับรองการทำงาน

หลังจากที่นักเรียนแต่ละคนหรือกลุ่มพิจารณาตัดสินใจนำข้อมูลที่ได้จากการเรียนในห้องเรียนไปศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อวางแผนและนำไปทดลองหาคำตอบ โดยใช้เวลาพิเศษนอกห้องเรียนต่อไป ซึ่งการใช้เวลานอกห้องเรียนจะขึ้นอยู่กับการจัดหลักสูตรและรูปแบบของการจัดการศึกษาที่แตกต่างกันในแต่ละประเทศ และ/หรือ ท้องถิ่น โดยอาจจะต้องมีการปรับปรุงหลักสูตรให้สอดคล้องกับแนวทาง วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ต่อไปอีก

การเน้นให้นักเรียนสามารถสนองตอบต่อการตัดสินใจในโลกแห่งความจริงซึ่งเป็นความต้องการของตัวนักเรียนเองนอกเหนือจากที่กล่าวไว้ในแบบเรียน กิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียนโดยทั่วไปไม่ตรงตามความต้องการของนักเรียนแต่มักจัดตามจุดมุ่งหมายของครูและเพื่อใช้ในการสอบ

ในส่วนใหญ่ การให้นักเรียนได้มีโอกาสแสวงหาคำตอบจากปัญหาของตนเองตามความสนใจจะสร้างความพึงพอใจและมีความต้องการที่จะเรียนรู้เพิ่มขึ้น ในการสอนจึงต้องเสนอแนวทางสำหรับกระบวนการตัดสินใจ (Decision making process) เพื่อการพิจารณา ดังนี้ (Yager. n.d. : 26)

1. ปัญหาที่เกิดขึ้น คือ อะไร ?

2. สิ่งที่เป็นปัญหาเกิดขึ้นได้อย่างไร ?

3. ทางเลือกที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาหรือหาคำตอบมีอะไรบ้าง ? เช่น การศึกษา การเปลี่ยนพฤติกรรม การออกกฎหมาย และ/หรือ ข้อบังคับ การกำหนดใช้เทคโนโลยี และการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

4. ทางเลือกที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับบุคคลและ/หรือสังคม คือ อะไร ?

จากข้อพิจารณา ดังกล่าว การเน้นให้นักเรียนพิจารณาตัดสินใจจะอยู่บนพื้นฐานการพิสูจน์ถึงผลสำเร็จของการเรียนรู้มโนมติสำคัญ หัวข้อรวม และ/หรือ ทฤษฎีสำคัญ ๆ ซึ่งมีข้อดี คือ ทำให้เรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย (Meaningful) มีความตื่นตัว (Exciting) และ เหมาะสม (Appropriate) สำหรับทุกสิ่ง ถ้านักเรียนสามารถเสนอผลงานและแสดงออกถึงความรู้ที่จะนำไปสู่เส้นทางการเป็นนักวิทยาศาสตร์ได้.

6.4 การสอนตามคู่มือครูของ สสวท. กับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เสนอแนะให้ใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าวมาแล้ว นับว่าได้ผลพอสมควร แต่ยังไม่ครอบคลุมตามจุดหมาย หลักการ และจุดเน้น ของหลักสูตรมากนัก เพราะ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้จัดเป็นรูปแบบกระบวนการที่เน้นความรู้ความคิด (Information - processing models) จะเน้นกระบวนการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน และ กระบวนการพัฒนาความคิดในด้านสติปัญญาของแต่ละบุคคล (Joyce and Well. 1986 : 6 - 9) ซึ่งยังไม่ครอบคลุมถึงความรู้สึก (Feeling) ที่ดีของนักเรียนที่มีต่อวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยี และ สังคม โดยส่วนรวม ซึ่งอาจแสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. ได้ดังตาราง 1

ตาราง 1 เปรียบเทียบขั้นตอนการสอนแบบ วิทยาศาสตร์ -เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครู ของ สสวท.

การสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม	การสอนตามคู่มือครู ของ สสวท.
1. ขั้นกำหนดหัวข้อการอภิปราย	1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง
1.1 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันถึงเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ และความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ในสังคม	1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหาและความสำคัญตามแบบเรียน
1.2 ครูเสนอแนะยุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อเสริมสร้างความสามารถพิเศษในการสังเกต	1.2 ครูและนักเรียนอภิปรายถึงจุดประสงค์และวิธีการทดลอง
2. ขั้นรอเวลาให้ปรากฏ	2. ขั้นการทดลอง
2.1 นักเรียนตั้งคำถาม กำหนดวิธีการคิดและพิจารณาความคิดที่ยังไม่มีคุณค่าโดยการเรียนรู้จากตัวอย่างที่สำคัญ ๆ เกี่ยวกับเนื้อหาและการทดลอง	2.1 นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามคำแนะนำหรือกำหนดไว้ในแบบเรียน

ารางที่ 1 (ต่อ)

การสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม	การสอนตามคู่มือครูของ สสวท.
2.2 นักเรียนออกแบบและทำการทดลองอย่างง่าย ๆ	2.2 นักเรียนบันทึกผลการทดลอง
3. ขั้นปฏิบัติการร่วมกัน	3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง
3.1 นักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับปัญหาของแต่ละคนเพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน	3.1 ครูและนักเรียนอภิปรายผลการทดลองแล้วสรุปผลการทดลองตามที่เสนอไว้
3.2 นักเรียนเสนอผลงานให้ครูพิจารณารับรอง	3.2 นักเรียนนำข้อสรุปจากการทดลองรวบรวมเป็นความรู้ใหม่

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม จะมุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นผู้ริเริ่มในการคิด การแสดงความเห็น ในการแก้ปัญหา หรือหาคำตอบนอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในแบบเรียนด้วยการตั้งคำถามจากข้อมูลที่ได้รับจากเพื่อนนักเรียนหรือครูตามความต้องการและ ความรู้สึก เพื่อสนองตอบความอยากรู้อยากเห็นของตนเองเป็นสำคัญ ครูเพียงแต่ให้คำแนะนำเมื่อเกิดปัญหาหรืออำนวยความสดวกบางประการให้เท่านั้น ซึ่งจะแตกต่างจากการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ที่มีการกำหนด หรือ เสนอแนวทางไว้แล้ว เพื่อให้นักเรียนมีความรอบรู้ในเนื้อหาตามแบบเรียนทำให้นักเรียนมุ่งที่จะรับรู้ข้อมูลจากครูให้ได้มากที่สุดสำหรับการนำไปใช้ในการสอบเป็นสำคัญ โดยนักเรียนถือว่าครูเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญที่สุด นักเรียนไม่มีโอกาสคิดและแสดงความรู้สึกของตนเองในระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

จากปัญหาดังกล่าว ได้มีการศึกษา และวิจัยผลจากการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนของประเทศสหรัฐอเมริกาที่ใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าใกล้เคียงกับการสอนตามคู่มือครู ของ สสวท. จึงนำมาเปรียบเทียบกับการสอนวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ซึ่งมีความแตกต่างกัน ดังตาราง 2 (Yager. n.d. : 85 - 88)

ตาราง 2 เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามคู่มือครู ของ สสวท. กับ การสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

การสอนตามคู่มือครู ของ สสวท	การสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม
1. สำรวจหามโนมติสำคัญจากแบบเรียนที่เป็นมาตรฐาน	1. กำหนดปัญหาจากความสนใจและสิ่งที่เป็นประเด็นสำคัญในท้องถิ่นหรือสังคม
2. ใช้ห้องปฏิบัติการและปฏิบัติตามคำแนะนำในแบบเรียนและคู่มือปฏิบัติการ	2. ใช้ข้อมูลของท้องถิ่นหรือสังคมในการกำหนดเรื่องราวที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหา
3. นักเรียนเกี่ยวข้องโดยอ้อมและรับรู้เรื่องราวที่จัดเตรียมโดยครูและแบบเรียน	3. นักเรียนเกี่ยวข้องโดยการแสดงออกโดยตรงในการเลือกข้อมูลเรื่องราวสำหรับตนเอง
4. การเรียนรู้ได้รับจากการเรียนในระบบของห้องเรียน	4. การสอนนอกเหนือไปจากที่กำหนดให้ ใช้การปรึกษาในห้องและการประชุมร่วมกัน
5. ภาพรวมของเนื้อหา เรื่องราว ได้กำหนดไว้ในหลักสูตรเพื่อให้นักเรียนมีความรอบรู้	5. ภาพรวมเป็นเรื่องราวที่แต่ละคนสนใจและเริ่มต้นจากความอยากรู้อยากเห็นของตนเอง
6. ความเห็นในเนื้อหาเป็นเรื่องราวที่กำหนดและอธิบายไว้ในแบบเรียนหรือการบรรยาย	6. ความเห็น ข้อสรุป ของเนื้อหา เป็นสิ่งที่นักเรียนแสดงออกจากการเรียนรู้อย่างง่าย ๆ

ารางที่ 2 (ต่อ)

การสอนตามคู่มือครูของ สสวท.	การสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม
7. เน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่นักเรียนไม่สนใจในการสอบปลายภาค	7. การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่เน้นหนักโดยทันที แต่ให้นักเรียนฝึกหัดการเป็นนักวิทยาศาสตร์เอง
8. การเลือกอาชีพทางวิทยาศาสตร์ไม่มากไปกว่าที่อ้างอิงไว้หรือค้นพบแล้วโดยนักวิทยาศาสตร์	8. การเลือกอาชีพนำไปสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหรือการวิจัยทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม
9. นักเรียนมุ่งมั่นในการเรียนจากปัญหาที่ครูและแบบเรียนที่ได้เตรียมไว้	9. นักเรียนแสดงออกอย่างมีความรับผิดชอบเหมือนกับสิ่งที่เขาพยายามหาคำตอบจากสิ่งที่เขากำหนดขึ้นเอง
10. การเรียนรู้เกิดขึ้นอยู่เฉพาะในขอบเขตของห้องเรียน	10. การเรียนรู้เป็นสิ่งที่คิดขึ้นจากที่ตนเองกำหนดและ/หรือ เกิดขึ้นเป็นพิเศษในสังคม
11. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเรียนรู้ได้จากคำแนะนำที่ครูกำหนด ตัดสินใจสรุป ให้นักเรียนปฏิบัติ	11. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเรียนรู้ได้จากประสบการณ์ที่นักเรียนสนับสนุนให้เกิดขึ้นและเป็นผู้ดำเนินการเอง
12. ภาพรวมของการเรียนรู้อยู่บนพื้นฐานของการอธิบายปัจจุบัน	12. ภาพรวมของการเรียนรู้อยู่บนพื้นฐานของการอธิบายอนาคต
13. การเรียนรู้เป็นพื้นฐานของการสอบ	13. การเรียนรู้เป็นพื้นฐานของการแสดงออก

ตาราง 2 (ต่อ)

การสอนตามคู่มือครูของ สสวท.	การสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม
14. นักเรียนเห็นว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะของคนที่เป็นนักวิทยาศาสตร์	14. นักเรียนเห็นว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เหมือนทักษะที่เขาต้องการและสามารถเลือกนำไปใช้ได้
15. นักเรียนเห็นว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เหมือนกับสิ่งที่ต้องฝึกหัดและกำหนดไว้แล้วในแต่ละรายวิชา	15. นักเรียนเห็นว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เหมือนกับทักษะที่เขาต้องการแสวงหาใหม่ ๆ และพัฒนาได้ด้วยตนเอง
16. ครูมีหน้าที่ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การสอบ	16. นักเรียนเห็นว่า ความสัมพันธ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะนำไปสู่การแสดงออกของเขาเอง
17. นักเรียนลดความสนใจที่จะเจาะจงเลือกเรียนรู้รายวิชาที่เพิ่มพูนความรู้ให้สูงขึ้น	17. นักเรียนสนใจที่จะเจาะจงเลือกเรียนรู้รายวิชาพิเศษและต้องการเรียนในระดับที่สูงขึ้น
18. เนื้อหาวิชาในหลักสูตรดูเหมือนว่าจะทำให้ความอยากรู้อยากเห็นลดลงและไม่ตรงกับความต้องการ	18. นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นมากขึ้นและเหมือนกับสิ่งที่เขาต้องการและอยากทำให้มากขึ้นกว่าที่เรียน
19. นักเรียนเห็นว่า ครูเป็นผู้ป้อนความรู้ให้ความรู้ทุกอย่างจะได้จากครู	19. นักเรียนเห็นว่า ครูเป็นผู้ให้ความสดวกหรือหรือแนะแนวทางให้
20. นักเรียนเห็นว่า วิทยาศาสตร์เหมือนกับเรื่องราวตามสิ่งที่เขาได้รับจากการเรียน	20. นักเรียนเห็นว่า วิทยาศาสตร์เป็นแนวทางสำหรับตนเองในการจัดการกับปัญหาทั้งหลาย

จากการเปรียบเทียบผลจากการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ตามคู่มือครู ของ สสวท. กับวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม จะเห็นว่า การสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้แบบเรียนและการกำหนดแนวทางให้นักเรียนปฏิบัติตามคำแนะนำหรือคู่มือการปฏิบัติยังไม่เพียงพอที่จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้านกระบวนการและทักษะต่าง ๆ ตามที่หลักสูตรต้องการ ผู้วิจัยจึงนำแนวความคิดวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มาปรับปรุงและทดลองใช้กับการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน โดยใช้กิจกรรมฝึกการคิดตามยุทธวิธีและลำดับขั้นของการสอน วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ในห้องเรียน เพื่อเปรียบเทียบความรู้ความคิด และความรู้สึก ที่มีต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมของนักเรียน ด้านทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ ความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม ซึ่งเป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่ง นอกเหนือจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ได้กำหนดไว้ในจุดมุ่งหมายของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533).

7. <u>เอกสารเกี่ยวกับทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์</u>

7.1 ความเป็นมาของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นในช่วงหลังปี พ.ศ. 2503 หรือเรียกว่า ยุคหลังสปุตนิค (หลังจากที่สหภาพโซเวียตส่งดาวเทียมสปุตนิคขึ้นโคจรในอวกาศเป็นครั้งแรก) ในระยะนั้นสหรัฐอเมริกาได้ตระหนักว่า การศึกษาวิทยาศาสตร์ของตนไม่สามารถทัดเทียมประเทศคู่แข่งได้จึงได้ริเริ่มปรับปรุงการเรียนการสอนขึ้นอย่างฉับพลัน และมีโครงการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์หลายโครงการเกิดขึ้นมากมาย และได้ข้อสรุปเป็นแนวทางในการปรับปรุงการสอนวิทยาศาสตร์ ต่อมา

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวคิดทางด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ต่อรัฐอเมริกา เพื่อทำให้การสอนวิทยาศาสตร์ประสบความสำเร็จ ตัวอย่างเช่น ชวาบ (Schwab. 1962) เสนอว่า

การสอนวิทยาศาสตร์ไม่ใช่ให้แต่เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์แก่ผู้เรียนเท่านั้น แต่ผู้เรียนจะต้องเสาะแสวงหาความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง จึงเป็นที่มาของการสอนที่เราเรียกกันว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry approach) ซึ่ง กาเย (Gagne. 1965) ได้เสนอว่า ในการเรียนวิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนจะต้องเรียนโดยการใช้กระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ คือ ต้องทำงานและคิดแบบเดียวกับที่นักวิทยาศาสตร์ทำ จากข้อเสนอต่าง ๆ ทำให้สมาคมเพื่อความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์อเมริกัน (AAAS) เสนอหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาขึ้นหลักสูตรหนึ่ง ซึ่งเป็นหลักสูตรที่เน้นการสอนกระบวนการ ชื่อว่า Science : A Process Approach(SAPA)ได้มีการสอบถามนักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกันในขณะนั้นว่า นักวิทยาศาสตร์ได้ปฏิบัติอะไรบ้างในงานค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และได้นำคำตอบมารวบรวมจัดเป็นกลุ่มตามที่นักวิทยาศาสตร์ทำ เป็น 13 กิจกรรม โดยเรียกกิจกรรมเหล่านั้นว่า **"ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์"** และนำมาใช้ในโครงการ SAPA ซึ่ง 13 ทักษะนี้ เป็นที่รู้จักกันดีในประเทศไทย (สุนีย์ คล้ายนิล. 2535 ก : 10 - 11 ; อ้างอิงมาจาก Schwab. 1962 ; Gagne. 1965 ; UNESCO. 1981)

ในระยะต่อมาได้มีการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นในอเมริกา และในส่วนอื่น ๆ ของโลกอีกมากมายต่างได้พิจารณาเห็นว่า ทักษะที่นักเรียนควรจะได้ฝึกฝนและระบุไว้ต่าง ๆ กันมากมายหลายชุดด้วยกัน ในที่นี้จะได้เสนอพอเป็นตัวอย่าง (สุนีย์ คล้ายนิล. 2535 ก : 11) ดังนี้

1. โครงการวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาของอเมริกา (GEMS/Great Exploration in Math and Science ซึ่งจัดทำโดย Laurece Hall of Science. 1986) ระบุทักษะที่นักเรียนระดับประถมศึกษาได้ฝึกไว้ 6 ทักษะด้วยกัน คือ (1)การสังเกต (2)การบันทึกการสังเกต (3)การบรรยาย (การสื่อความหมาย) (4)การเปรียบเทียบ (5)การจำแนก (6)การลงข้อสรุป

2. โครงการวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา (Science World. 1989) ของอังกฤษกำหนดทักษะให้นักเรียนฝึกได้แก่ (1)การสังเกต (2)การสื่อความหมาย (3)การวัด (4)การบันทึก

5)การจำแนก (6)การหารูปแบบ (ของข้อมูล) (7)การทำนาย (8)การควบคุมการทดลอง (9)การสำรวจ (หาความรู้)

3. หลักสูตรแห่งชาติ (National curriculum) ของอังกฤษ ซึ่งได้ประกาศใช้ในปี พ.ศ. 2533 (ก่อนหน้านั้นอังกฤษไม่มีหลักสูตรแห่งชาติ แต่ละท้องถิ่นต่างใช้หลักสูตรของตนเอง) โดยกำหนดว่า ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นอกจากนักเรียนจะมีความรู้ในเนื้อหาวิชาแล้ว นักเรียนจะต้องมีความรู้ความชำนาญในทักษะต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ ซึ่งจะวัดได้โดยการสอบทักษะที่กำหนดให้ต้องสอบผ่าน มีดังนี้ (1)การใช้ภาพ (รวมทั้งกราฟ แผนผัง แผนภูมิ และ สัญลักษณ์ในทางวิทยาศาสตร์) (2)การใช้อุปกรณ์และการใช้เครื่องมือวัด (3)การสังเกต (4)การแปลความของข้อมูลและการใช้ข้อมูล (5)การวางแผนการศึกษาหาความรู้ (6)การปฏิบัติการเพื่อหาความรู้

ข้อสังเกตจากการกำหนดทักษะในแต่ละหลักสูตรมิได้กำหนดให้ตั้งต้นไว้ด้วย 13 ทักษะ แล้วพยายามนำเข้าหา หรือบังคับให้นักเรียนฝึกกันเป็นทักษะเดี่ยว ๆ และ ทักษะบางอย่างที่สมาคมเพื่อความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์อเมริกัน (AAAS) ระบุไว้นั้น เช่น ทักษะในการคิดคำนวณหรือการใช้ตัวเลข และทักษะที่เกี่ยวกับสเปส (space) ไม่มีปรากฏในที่อื่น ๆ แม้กระทั่งในหลักสูตรกระบวนการในวิทยาศาสตร์ ของสหราชอาณาจักร (Science in Process, U.K.) ที่ได้แสดงรายการทักษะที่นักเรียนได้ฝึกไว้มากกว่า 18 ทักษะ จะเห็นได้ว่าในการที่จะบอกว่าทักษะใดบ้างที่ควรจะให้นักเรียนฝึกฝนย่อมขึ้นอยู่กับกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอนนักเรียน ไม่ใช่ว่า เมื่อไม่มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีทักษะนั้นก็เลยนำมาฝึกกันเป็นทักษะเดี่ยว ๆ ไป

แม้ว่าสมาคมเพื่อความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์อเมริกัน ซึ่งเป็นสมาคมวิชาชีพวิทยาศาสตร์จะได้เสนอทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา แต่ก็พบว่า การศึกษาวิทยาศาสตร์ของคนที่ผ่านมาไม่ประสบความสำเร็จและจำเป็นต้องมีการปรับปรุงกันใหม่(Raizen. 1991 : 4) จากรายงานผลการศึกษาของคณะกรรมการแห่งชาติที่ตั้งขึ้นเพื่อศึกษาเกี่ยวกับการศึกษา(National Commission on Exellence in Education) ทำให้สมาคมเพื่อความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์อเมริกันต้องยอมรับว่า คนอเมริกันไม่มีลักษณะที่เรียกว่า

ความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) หรือ รู้วิทยาศาสตร์ (Gibbs and Lawson. 1992 : 137 - 152) รัฐบาลอเมริกันจึงกำหนดเป้าหมายว่า การศึกษาวิทยาศาสตร์ของอเมริกันจะต้องเป็นเลิศให้ได้และสังคมอเมริกันจะต้องเป็นสังคมที่รู้วิทยาศาสตร์(Scientifically literate society)

จากความเป็นมาดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า การสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนจะต้องมีการเตรียมการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนใหม่ เพื่อหาแนวทางแก้ไขข้อบกพร่องที่คาดว่าจะเกิดขึ้น โดยเฉพาะการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยได้นำแนวทางการสอนวิทยาศาสตร์ของประเทศที่พัฒนาแล้วมาใช้ซึ่งอาจจะไม่สอดคล้องกับสภาพของท้องถิ่น วัฒนธรรม และ สังคมไทย จึงมีความจำเป็นต้องค้นหาวิธีการสอนใหม่ ๆ ที่จะนำมาปรับใช้ให้เหมาะสมต่อไป.

7.2 ทักษะในการแสวงหาความรู้ (Enquiry skills)

เนื่องจากสังคมของโลกในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลา จากสังคมอนารยะมาสู่สังคมเกษตรกรรม สังคมอุตสาหกรรม และกำลังดำเนินเข้าสู่ยุคที่เรียกว่า เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information technology) หรือ เทคโนโทรนิค (Technotronic) นักเรียนสามารถรับเอาความรู้จากข้อมูล ข่าวสาร โดยตรงจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ วิธีการได้รับความรู้จากครูในห้องเรียนจึงไม่เพียงพอที่จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทันกับเหตุการณ์การเปลี่ยนแปลงของโลก ซึ่งยุคสมัยนี้เป็นยุคโลกาภิวัตร(Globilization) จึงควรมีการรื้อปรับระบบ (Re-engineering) ซึ่งทำให้วิธีการสอนของครูจำเป็นต้องต้องปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงไป เพื่อการเตรียมตัวให้นักเรียนสามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเองนอกเหนือจากการเรียนการสอนในห้องเรียน ซึ่งนักเรียนแห่งยุคสมัยนี้จะทำงานตามแผนงานที่กำหนดไว้อย่างเดียวไม่พอ แต่จะต้องเป็นนักพยากรณ์ และสามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าได้ กล้าตัดสินใจ แสวงหาการมีส่วนร่วม (Participative management) จากภาครัฐ ภาคเอกชน ผู้แทนประชาชน องค์การ ประชาชนกลุ่มต่าง ๆ มาผนึกกำลังร่วมกันทำงาน

ก่อนและทำงานคู่ขนาน เน้นมิติเรื่องเวลาเป็นสำคัญ หากไม่ทำการใด ๆ แล้วโอกาสที่งานนั้นจะ
เสียมีสูง เพราะ พลาดโอกาส ไม่ทันเวลา แล้วจึงมาตามแก้เมื่อเหตุเกิดขึ้นแล้ว

จากเหตุผลดังกล่าว การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของวิชาวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน
ตามแนว วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม จึงไม่เน้นที่ตัวทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
แบบโดด ๆ แต่จะเน้นที่ทักษะการหาความรู้(Skills in learning how to learn) และทักษะ
อื่น ๆ ที่สำคัญสำหรับการเป็นประชากรที่มีคุณภาพของสังคมในอนาคต ทักษะดังกล่าว ได้แก่ (สุนีย์
ล้ายนิล. 2535 ก : 14 ; อ้างอิงมาจาก กฤษณพงศ์. 2535)

1. ทักษะการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ (Practical skills) เพราะ การปฏิบัติการ
จะเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญที่จะนำไปสู่การเกิดเทคโนโลยี

2. ทักษะการแก้ปัญหา (Problem solving skills) ที่อยู่ในแวดวงของวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี

3. ทักษะในการสื่อความหมาย (Communication skills) ทั้งในด้านเป็นผู้ส่งและผู้รับ
การสื่อความหมาย ทั้งนี้รวมถึงการสื่อความหมายข้อมูลต่าง ๆ ที่มีอยู่มากมายในสังคม ให้เป็นความรู้
ของตนเอง

4. ทักษะในการตัดสินใจ (Dicision making skills) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัญหาที่
เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ด้านเทคโนโลยี

สำหรับแนวโน้มของสังคมไทย การให้การศึกษาที่จำเป็นและเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้
ในอนาคตและเป็นที่ยอมรับกันว่า โรงเรียนต้องสอนทักษะที่จำเป็นให้กับนักเรียน ซึ่งสรุปได้ 2 ทักษะ

1. ทักษะการหาความรู้ได้ด้วยตนเอง

2. ทักษะการเปลี่ยนแปลงข้อมูลข่าวสารให้เป็นความรู้

สิ่งสำคัญในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มิใช่มีเพียงเนื้อหาวิชาแต่ยังมีกระบวนการ
ของการได้มาซึ่งความรู้หรือกระบวนการหาความรู้ ซึ่งอาจเรียกกันว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงต้องให้ความสำคัญกับกระบวนการ เมื่อผู้เรียนใช้วิธีการ

เรียนรู้โดยผ่านกระบวนการต่าง ๆ ก็จะทำให้เกิดความชำนาญในงานหรือกิจกรรมบางอย่าง ซึ่งเกิดขึ้นในระหว่างการใช้กระบวนการ ความชำนาญที่เกิดขึ้น เรียกว่า ทักษะทางวิทยาศาสตร์ หรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากข้อสรุปดังกล่าว ผู้วิจัยได้จึงจัดกิจกรรมฝึกการคิดแบบ วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มาใช้ร่วมกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแสวงหาความรู้โดยใช้แบบทดสอบทักษะการแสวงหาความรู้ ของ ฟราเซอร์ (Fraser's Test of Enquiry Skills) (Fraser. 1980 : 7 - 16 ; Yager and Mccormack. 1989 : 52; citing Fraser. 1979)

ฟราเซอร์ ได้นิยามถึงทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นทักษะที่ใช้ในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ทักษะ 3 ด้าน ได้แก่

1. ความเข้าใจในเรื่องราวที่ได้อ่านเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์(Reading comprehension in science) หมายถึง ความสามารถที่จะเข้าใจในเรื่องราวที่ได้อ่าน หรือสามารถเข้าใจความหมายที่อ่านเรื่องราวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้

2. การออกแบบการทดลอง (Designing of scientific experiments) หมายถึง ความสามารถในการกำหนด หรือเสนอแบบการทดลองเพื่อตอบปัญหาที่ต้องการศึกษา

3. การลงข้อสรุปและสรุปรวมเป็นหลักการโดยทั่วไป (Scientific conclusion / generalization) หมายถึง ความสามารถในการสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่และสามารถที่จะเข้าใจความหมาย หรือความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่ในข้อมูล

เอกสารเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Understanding of nature of scientific knowledge)

การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันให้ได้ผลอย่างมีประสิทธิภาพนั้น ผู้เรียนจะต้องมีความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รู้ถึงขอบเขตและข้อจำกัดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปใช้ หรือเพื่อการศึกษา ค้นคว้าให้ได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ โดยใช้มโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ไปแล้วเป็นพื้นฐานหรือเป็นแนวทางในการคิดค้นต่อไป

นักการศึกษาไทยและต่างประเทศได้อธิบายและให้ความหมายเกี่ยวกับธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังต่อไปนี้

โชวอลเตอร์ และ คณะ ได้อธิบายถึงธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งสรุปได้ ดังนี้ (Simpson and Anderson. 1981 : 21 - 23 ; citing Showalter and others. 1973)

1. เป็นความจริงชั่วคราว (Tentative) จึงไม่เป็นความจริงแท้ (Absolute truth)

2. เป็นสาธารณะ(Public) เนื่องจากวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานที่ได้จากการสังเกต

3. ทำซ้ำแล้วได้ผลเหมือนเดิม(Replicate) ผลที่ได้จากการทดลองครั้งหนึ่ง ๆ สามารถทำให้เกิดขึ้นใหม่ได้ภายใต้ภาวะคล้ายกัน ถึงแม้ว่าเวลาและสถานที่จะต่างกัน

4. เป็นเรื่องของโอกาสที่จะเป็นไปได้ (Probabilistic)

5. เป็นเรื่องเกี่ยวกับมนุษย์ชาติ (Humanistic) วิทยาศาสตร์เป็นผลผลิตของมนุษยชาติ และเป็นผลจากความพยายามที่จะกำหนดแบบแผน รูปแบบของธรรมชาติ ตัวความรู้นั้นถูกสร้างขึ้นโดยองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น มโนมติ (Concept) หลักการ (Principle) กฎ (Law) ฯลฯ

6. เป็นสิ่งสืบเนื่องมาจากอดีต (Historic) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในอดีตเป็นพื้นฐานของความรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน และความรู้ในปัจจุบันจะเปลี่ยนเป็นพื้นฐานสำหรับความรู้ในอนาคตอีกด้วย

7. มีลักษณะเฉพาะตัว (Unique) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้จากการพัฒนาวิธีแสวงหาความรู้ของมนุษย์ ทำให้แตกต่างจากความรู้และวิธีการในสาขาอื่น ๆ

8. มีลักษณะเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน (Holistic)

9. เป็นสิ่งที่ได้จากการสังเกตและทดลอง (Empirical)

รับบา และ แอนเดอร์สัน (Rubba and Anderson. 1978 : 449 - 458) ได้กำหนดลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่า ประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ด้าน คือ

1. การนำไปใช้อย่างมีคุณธรรม(Amoral application) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทำให้มนุษย์มีความสามารถนานาประการ แต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้กำหนดไว้ว่ามนุษย์จะต้องนำไปใช้อย่างไร คุณธรรมของมนุษย์เท่านั้นที่จะเป็นสิ่งกำหนดถึงการนำไปใช้ ตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้เป็นตัวกำหนดผลที่เกิดขึ้น

2. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creativity) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นผลมาจากความฉลาดของมนุษย์ ประดิษฐ์กรรมต่าง ๆ จำเป็นต้องอาศัยจินตนาการสร้างสรรค์ที่สำคัญของกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3. การพัฒนาการของความรู้ (Development of learned knowledge) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่เคยพิสูจน์ว่าเป็นความจริงที่สมบูรณ์แล้ว สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกตัดสินให้มีข้อจำกัดเพียงความน่าจะเป็นเท่านั้น ความรู้ความเชื่อต่าง ๆ ที่ปรากฏให้เห็นและยอมรับอยู่ในช่วงเวลาหนึ่ง อาจถูกประเมินค่าต่างกันเมื่อพบข้อมูลใหม่

4. การใช้ข้อความที่รัดกุม (Parsimonious statements) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์พยายามไม่ให้เกิดความซับซ้อน แต่ก็มิได้ปฏิเสธความซับซ้อน เป็นการสรุปที่เฉพาะเจาะจง มีความพยายามต่อเนื่องที่จะพัฒนาโมเดิทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้อธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่ได้จากการสังเกตด้วยข้อความที่กระทัดรัดและได้ใจความที่สมบูรณ์ในตัวเอง

5. การตรวจสอบได้ (Knowledge Testability) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถตรวจสอบได้อย่างเปิดเผย ความตรงของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกทดสอบซ้ำ ๆ ก่อนที่จะยอมรับความคงที่ของผลการทดสอบ แต่ก็ยังไม่เพียงพอสำหรับความตรงของความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น

6. การเป็นสหวิชา (Interdisciplinary unification) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นมาจากความพยายามที่จะเข้าใจความเป็นเอกภาพของธรรมชาติ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นผลของการนำความเชี่ยวชาญจากวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ มารวมเป็นสหสาขาของกฎ หลักการ และ มโนมติ ทำให้วิทยาศาสตร์มีอำนาจในการอธิบายและพยากรณ์สิ่งต่าง ๆ ได้

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531 : 134 - 135) กล่าวถึง ธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้เชิงประจักษ์ สร้างขึ้นมาจากข้อเท็จจริง และจากประสบการณ์ด้วยวิธีอุปมานและทดสอบความถูกต้องของความรู้ด้วยหลักฐานจากประสบการณ์ของผัสสะ ด้วยเหตุนี้ จึงมีคนเรียกวิชาวิทยาศาสตร์ว่า Empirical science หรือ Inductive science

2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ได้มาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจจะเป็นระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะมีลักษณะที่เป็นความจริงสากลมากกว่าที่จะเป็นความจริงของเฉพาะราย หมายความว่า ความจริงทางวิทยาศาสตร์นั้นเหมือนกันทั่วโลกจึงใช้ได้ทั่วโลก ไม่จำกัดพรมแดนว่าจริงเฉพาะที่นั่นที่นี่ จริงเฉพาะกับคนโน้นคนนี้ แต่จริงกับทุกที่และทุกคน

4. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ยังไม่ใช่ความจริงที่สมบูรณ์ ต้องมีการปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น มันเป็นเพียงแต่ความจริงที่สอดคล้องกับความเป็นจริง แต่ก็เป็นความจริงที่เชื่อถือได้สูง สามารถนำไปใช้ในชีวิตจริง หรือนำไปปฏิบัติได้

5. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นปรนัย สิ่งที่ได้รับการกลั่นกรองและทดสอบจนเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์แล้วทุกคนจะเข้าใจตรงกัน สื่อความหมายอย่างเดียวกัน แปลความตรงกัน

รวมทั้งการกระทำของแต่ละคนในเรื่องนั้น ๆ ภายใต้ภาวะแวดล้อมอย่างเดียวกันได้ผลออกมาตรงกัน โดยไม่มีคำว่าบางที บางคน บางโอกาส บางสถานที่ หรือโดยบังเอิญอย่างโชคช่วย

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2532 : 9 - 10) ได้อธิบายถึงธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าอีกลักษณะหนึ่งว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มานั้นเป็นผลมาจากการแสวงหาความรู้ที่ผ่าน ๆ มา ยังจะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขต่อ ๆ ไป และ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้เพียงบางส่วนของความจริงมากกว่าที่จะให้ความจริงที่สมบูรณ์ และกาวต่อไป

ศกุนตลา โฆษิตชัยวัฒน์ (2535 : 25) ได้สรุปว่า ธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีขอบเขตและวงจำกัด ซึ่งแตกต่างจากความรู้ด้านอื่น นั่นคือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องได้มาจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา และให้ความจริงเพียงบางส่วน นอกจากนี้ ยังมีลักษณะเป็นโครงสร้างที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ สามารถตรวจสอบได้ เป็นปรนัย มีลักษณะเป็นสากล สามารถช่วยในการคาดหมายอนาคตได้ ดังนั้น บุคคลที่มีความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ บุคคลที่เข้าใจในขอบเขตและวงจำกัดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากข้อเสนอดังกล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปว่า บุคคลที่มีความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง บุคคลที่มีความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และ ข้อจำกัดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งครอบคลุมถึงการมีคุณธรรม ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การพัฒนาความรู้ การใช้ภาษา การยอมรับการตรวจสอบ และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปสัมพันธ์กับความรู้สาขาต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องกัน.

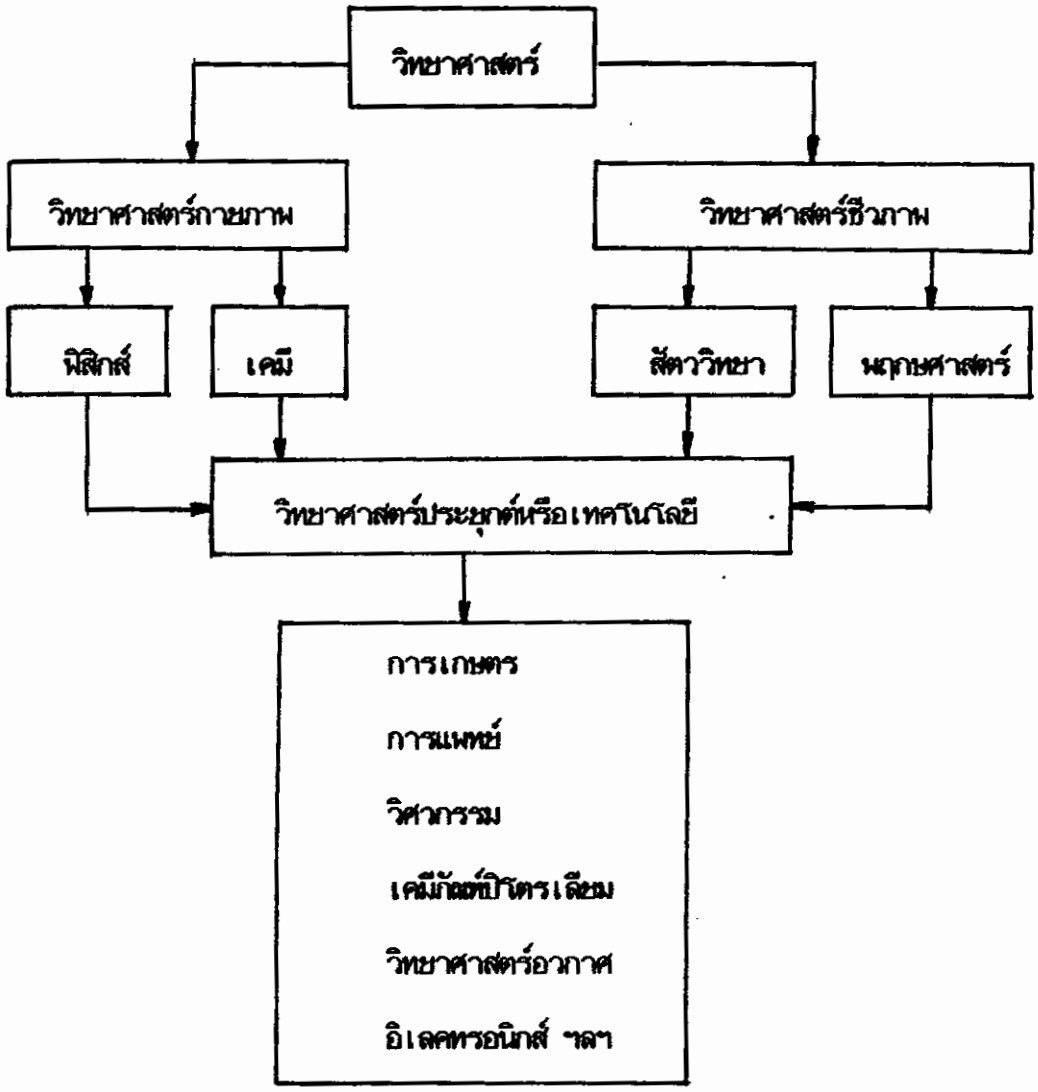
7. <u>เอกสารเกี่ยวกับความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม</u>

(Awareness of the relationships between science and technology to society)

ความตระหนักเป็นพฤติกรรมแรกในขั้นการรับรู้ โดยมีพฤติกรรมในด้านจิตพิสัยที่สูงกว่าการรับรู้ ได้แก่ การตอบสนอง การเกิดค่านิยม การประเมินค่าและการสร้างลักษณะนิสัยตามแบบค่านิยมที่ยึดถือ ตามลำดับ ซึ่งพฤติกรรมลำดับที่สูงขึ้นไป ดังกล่าว จะเกิดขึ้นในตัวนักเรียนได้จะต้องเริ่มต้นจากการทำให้ผู้เรียนมีความตระหนักก่อน เมื่อนักเรียนมีความตระหนักแล้วจึงจะพัฒนาไปสู่พฤติกรรมด้านจิตพิสัยที่สูงต่อไปได้

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531 : 150) ได้อธิบายว่า วิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์และพึ่งพากัน วิทยาศาสตร์เป็นความรู้บริสุทธิ์เป็นหลักของความรู้ ส่วนเทคโนโลยีนั้นเป็นวิทยาศาสตร์ประยุกต์ ซึ่งเป็นการนำเอาหลักวิชาวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้สำหรับปรับปรุงความเป็นอยู่ของมนุษย์ให้ดีขึ้นในทุก ๆ ด้าน เทคโนโลยีอาจจะเป็นสิ่งประดิษฐ์ หรือวิธีการที่ทำให้ของเดิมดีขึ้น

มังกร ทองสุขดี (2532 : 3) ได้เสนอ ความสัมพันธ์และความเกี่ยวข้องของวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีได้ ดังภาพประกอบ 1

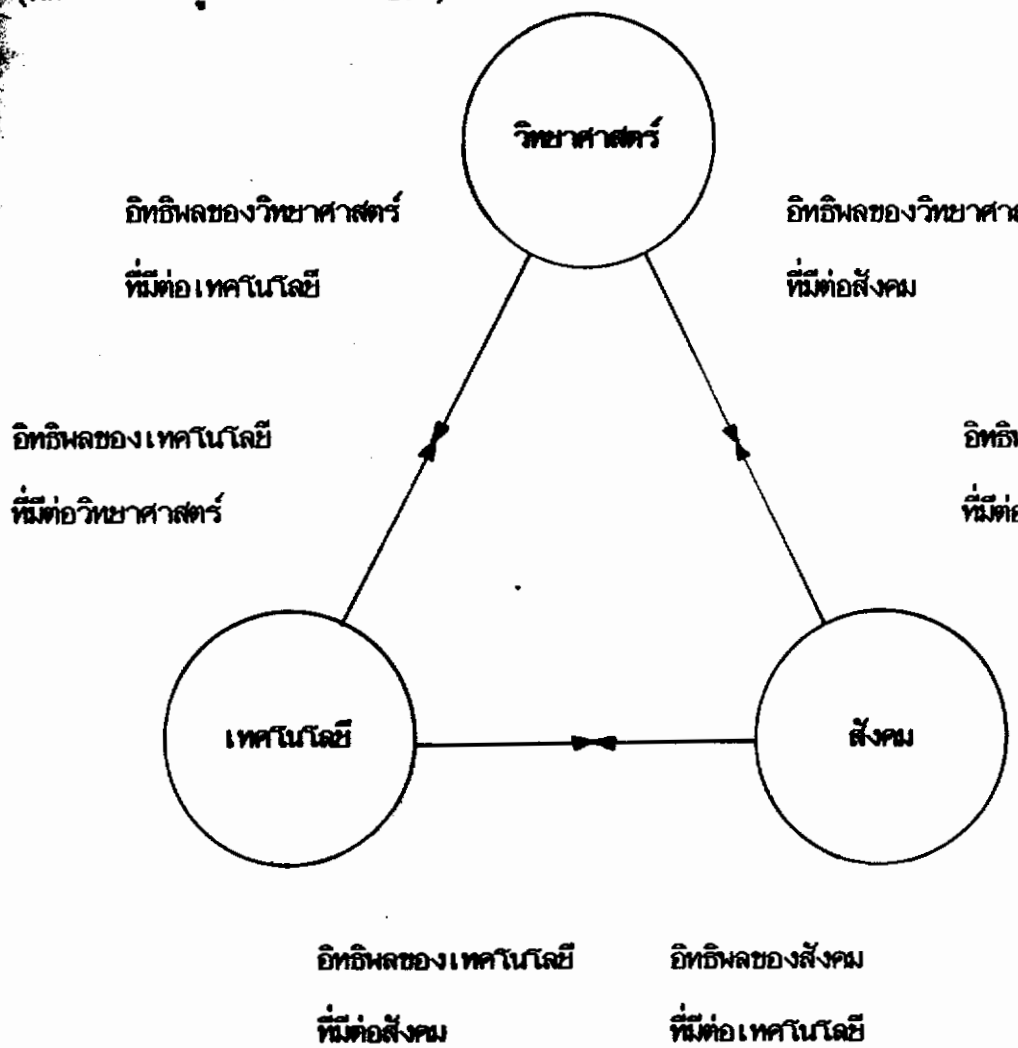


ภาพประกอบ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แม้ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะสร้างสรรค์และเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆให้เกิดประโยชน์ในการดำรงชีวิตและพัฒนาคุณภาพชีวิตและสังคมให้ดีขึ้น แต่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก็ส่งผลกระทบต่อสังคม อาจกล่าวได้ว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ก่อให้เกิดผลดีต่อสังคม เช่น ทำให้มนุษย์มีอายุยืนขึ้น มีสุขภาพดี มีอาหารเพียงพอ อยู่อย่างสุขสบาย ในขณะเดียวกันก็ก่อให้เกิดผลเสียต่อสังคม เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อม โรคชนิดใหม่ ๆ การขาดจริยธรรมของคนในสังคม

ซึ่งสอดคล้องกับจุดประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนมีความตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและมีผลกระทบซึ่งกันและกัน (กรมวิชาการ. 2533 : 109)

ดังนั้น อาจกล่าวสรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับสังคมมีความสัมพันธ์และส่งผลกระทบซึ่งกันและกัน สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ดังนี้ (ภพ เลาหไพบูรณ์. 2534 : 109)



ภาพประกอบ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

จากข้อคิดเห็นดังกล่าว ทำให้พิจารณาเห็นว่าผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีทั้งก่อให้เกิดคุณประโยชน์และก่อให้เกิดปัญหาบางอย่างต่อสังคมหรือสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจุดมุ่งหมายในการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้จึงควรให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ขณะเดียวกันก็ต้องควบคุมให้เกิดผลกระทบในทางลบต่อสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุดด้วย

จากข้อสรุปดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาถึงความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในด้านที่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสังคมหรือสิ่งแวดล้อม ซึ่งนักเรียนส่วนหนึ่งที่จบการศึกษาในแต่ละระดับชั้นจะต้องไปประกอบอาชีพ และมีโอกาสที่จะเข้าสู่ระบบที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือต้องนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

ดังนั้น ความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม ก็คือพฤติกรรมที่บุคคลแสดงว่ามีความรู้ ความสำนึกและยอมรับว่าวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยีอย่างใกล้ชิดและส่งผลกระทบต่อสังคม การที่จะมีความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมไม่ใช่สิ่งที่จะใช้การท่องจำ หรือศึกษาได้ง่าย ๆ ความตระหนัก และการยอมรับดังกล่าว จะต้องเป็นผลมาจากการศึกษาสถานการณ์จริงใกล้ชิดเท่านั้น

10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

10.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบแต่ละด้านของความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

กนกศักดิ์ ทองตั้ง (2529)ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจในลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1699 คน ผลการวิจัยพบว่า ความเข้าใจในลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางเดียวกันกับ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.58 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01

วนาภรณ์ ลิ่มศิลา (2530)ได้ศึกษาความเข้าใจในลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 808 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจในลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้ ด้านการพัฒนาการของความรู้ ด้านการใช้ข้อความเกระทัดรัด โดยส่วนรวมอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ด้านการตรวจสอบ ด้านสหวิชา โดยส่วนรวมอยู่ในระดับสูง

ชุมดี เส้นขาว (2532)ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสนใจในวิทยาศาสตร์กับความเข้าใจในลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 443 คน จากโรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า ความสนใจในวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงอยู่ในระดับปานกลาง และความสนใจในวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้าใจในลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ศกุนตลา โชษศิตชัยวัฒน์ (2535) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2534 จากกลุ่มโรงเรียนการมสามัญศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มที่ 2 จำนวน 750 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนหญิงมีความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนชาย ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

รับบา และ แอนเดอร์สัน (Rubba and Anderson. 1978) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาแบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The nature of scientific knowledge, NSKS) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาในประเทศออสเตรเลีย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ จำนวน 647 คน จากโรงเรียนมัธยม

มิดเวสต์ (Midwest) ผลการวิจัยทำให้ได้แบบวัดที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรง 0.775 สำหรับวัดใน 6 ด้าน คือ

1. การนำไปใช้อย่างมีคุณธรรม
2. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
3. การพัฒนาการของความรู้
4. การใช้ข้อความที่รัดกุม
5. การตรวจสอบได้
6. การเป็นสหวิชา

อเลียโม (Alaimo. 1979) ได้ศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนักและความเข้าใจในปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับ 7 - 12 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 615 คน และนักเรียนระดับ 12 ที่ไม่เคยเรียนวิทยาศาสตร์เลยตั้งแต่ระดับ 9 จำนวน 70 คน ปัจจัยที่ศึกษา ได้แก่ ระดับชั้น เพศ การรับรู้เกี่ยวกับความรับผิดชอบในสิ่งแวดล้อม โอกาสที่จะแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม และแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เช่น โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ นิตยสาร ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ห้องเรียนวิชาสังคม และ บิดามารดา ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่างเพศชายและเพศหญิงในความตระหนักในปัญหาสิ่งแวดล้อม และพบว่านักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความตระหนักในการอนุรักษ์ธรรมชาติ และ เศรษฐกิจการเมืองสูงกว่านักเรียนที่ไม่เคยเรียนเรียนวิทยาศาสตร์มาเลย จากผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ พบว่า ระดับชั้นและแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความตระหนัก และความเข้าใจในปัญหาสิ่งแวดล้อม

ลูคัส และ ทูลิพ (Lucas and Tulip. 1980) ได้ศึกษาความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา เมืองบริสเบน ประเทศออสเตรเลีย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 830 คน จากโรงเรียนมัธยม 4 โรงเรียน โดยเป็นนักเรียนที่เลือกเรียนวิทยาศาสตร์ระดับ 10 จำนวน 567 คน นักเรียนระดับ 12 จำนวน 234 คน และนักเรียนที่ไม่เลือกเรียนวิทยาศาสตร์

ะดับ 12 จำนวน 39 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ TBSK (Test of Basic Science Knowledge), TOSRA (Test of Sience Related Attitudes), TOES (Test of Enquiry Skills) โดยวัดคุณสมบัติแต่ละด้านของความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ของ โชวอลเตอร์ และ คณะ ที่ได้นิยามไว้ 7 ด้าน คือ (1)ความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (2)ความสามารถนำมโนมติ หลักการ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมมาใช้ได้อย่างถูกต้อง (3)ความสามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาและตัดสินใจ (4)ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ (5)ความชาบซึ้งในกิจกรรมของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีร่วมกัน ตลอดจนความตระหนักในความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม (6)การมีโลกทัศน์ต่อจักรวาลอย่างเหมาะสม (7)ความสามารถพัฒนาทักษะในการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับ 10 และ 12 ในแต่ละด้านอยู่ในระดับต่ำ โดยที่นักเรียนระดับ 12 จะมีความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านโดยเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนระดับ 10

คาลลิสัน (Callison. 1988)ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปที่มีต่อความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ในด้านความคงทนและการนำความรู้ไปใช้ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจต่อนักวิทยาศาสตร์ และ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไป จำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม สอนโดยวิธีปกติที่เน้นเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และสอนการเรียนรู้ทักษะ ผลการวิจัยพบว่า ความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มอยู่ในระดับสูง และผู้วิจัยได้เสนอแนะว่า ในหลักสูตรควรเน้นในเรื่องความคิดวิจารณญาณและทักษะการแก้ปัญหาให้มากยิ่งขึ้น

เมื่อพิจารณางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ ดังกล่าวมาแล้วข้างต้น พบว่า ความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านยังได้รับการพัฒนาไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดความแตกฉาน หรือมีความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ตามจุดหมายที่หลักสูตรต้องการ งานวิจัยส่วนใหญ่เป็นการพัฒนาเครื่องมือวัดความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ มีงานวิจัยจำนวนน้อยที่มุ่งจะพัฒนาวิธีสอน

นักเรียนมีพัฒนาการเกี่ยวกับองค์ประกอบของความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำกิจกรรมฝึกการคิดเชิง วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มาใช้ในการพัฒนาความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมยิ่งขึ้นต่อไป.

10.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยในประเทศไทยที่เผยแพร่ทั่วไปแล้ว ผู้วิจัยยังไม่พบงานวิจัยใดที่เกี่ยวข้องกับ "วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม" นอกจากงานวิจัยของต่างประเทศ ดังนี้

อิสกานดาร์ (Iskandar. 1992 : 114-A) ได้ประเมินผลการใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ที่นำมาใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ของ "ครูผู้นำ" จำนวน 12 คน ที่เข้าร่วมโครงการเชาตากวาของไอโอวา (The Iowa Chautauqua Program) ระหว่างปี พ.ศ. 2532 - 2533 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับ 6 - 9 จำนวน 600 คน โดยครูแต่ละคนเลือกห้องเรียนจำนวน 2 ห้อง เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สอนตามแนว วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม และสอนตามแบบเรียน โดยการทดสอบก่อนและหลังการสอนวิเคราะห์ความแตกต่างด้วย t - test และ ANCOVA ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม สามารถรอบรู้ในมโนมติพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์เหมือนกับนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบเรียน และ สามารถนำมโนมติพื้นฐานไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ การพัฒนาเจตคติเชิงบวกต่อ วิทยาศาสตร์ ครู และอาชีพที่สัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ การรับรู้ในการตั้งคำถามในห้องเรียน การแก้ปัญหา การรับรู้ขั้นตอนในการสอนของครู ดีกว่า ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

เซอร์ (Zehr. 1992 : 116-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในจุดประสงค์ 5 ประการของวิทยาศาสตร์ศึกษากับความสามารถของครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในระดับ 6 - 12 จำนวน 27 ห้อง รวม 511 คน แต่ละห้องแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ซึ่งได้รับการสอนจากครูจำนวน 18 คน โดยครูเป็นผู้สาธิตกับนักเรียนสาธิต แล้วนำความรู้ไปประยุกต์ใช้คิดวิเคราะห์โดยนักเรียน ครูทุกคนใช้เวลา 4 - 10 สัปดาห์ แล้วเลือกผลของการทดสอบก่อนและหลังการสอน ตาม

ประสงค์ 5 ประการ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ANCOVA ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนสอนโดยการให้ครูสาธิตกับนักเรียนสาธิตไม่แตกต่างกันในด้านเจโนมติ กระบวนการ การประยุกต์ กลุ่มที่นักเรียนเป็นผู้สาธิตมีความคิดสร้างสรรค์และเจตคติสูงกว่ากลุ่มที่ครูสาธิต ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 และพบว่า ความสามารถในการประยุกต์ใช้ของครูมีผลกระทบต่อนักเรียนที่มีคะแนนต่ำ

แมคคินนู (Mackinnu. 1992 : 2489-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้การคิดแบบ วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการคิดตามแบบเรียน โดยการสอนของครูจำนวน 15 คน โดยใช้นักเรียน 30 ห้อง แล้วรวบรวมข้อมูลโดยการสังเคราะห์งานวิจัยด้วยเทคนิคแบบเมตตา ผลการวิจัยพบว่า ด้านเจโนมติของนักเรียนที่ใช้การคิดแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการคิดตามแบบเรียนไม่แตกต่างกัน แต่สูงกว่าในด้านกระบวนการ การประยุกต์ ความคิดสร้างสรรค์ และด้านเจตคติในเชิงบวก ซึ่งมีข้อสังเกตสำหรับนักเรียนกลุ่มที่คิดตามแบบเรียนในด้านเจตคตินักเรียนที่มีความสามารถสูงส่วนใหญ่เจตคติไม่เปลี่ยนแปลง แต่ในกลุ่มที่มีความสามารถต่ำจะมีเจตคติในเชิงลบเกิดขึ้น

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ไม่มีผลกระทบต่อผลการเรียนรู้ด้านเจโนมติทางวิทยาศาสตร์ และสามารถช่วยพัฒนาการเรียนรู้ในด้านกระบวนการ การประยุกต์ใช้ ความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติเชิงบวกทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แสดงถึงความสามารถของนักเรียนในการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแสวงหาความรู้ นอกเหนือจากที่แนะนำหรือกำหนดไว้ในแบบเรียน หลังจากได้ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอนในห้องเรียน และความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้า หาคำตอบ และนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างเหมาะสม ส่วนความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมเป็นพฤติกรรมแรกในขั้นการรับรู้ที่จะนำไปสู่พฤติกรรมด้านจิตพิสัยที่สูงกว่า คือ การตอบสนอง การเกิดค่านิยม การจัดคุณค่า และการสร้างลักษณะนิสัยตามค่านิยมที่ยึดถือ ตามลำดับ

จากข้อสรุปดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มาทดลองใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน เพื่อเปรียบเทียบความสามารถ และความรู้สึกที่มีต่อความสัมพันธ์ระหว่าง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ของนักเรียนเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น.

<u>สมมติฐานของการวิจัย</u>

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร

1. ประชากรทั่วไป ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

2. ประชากรเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ที่เรียนวิชา ว 431 เคมี เป็นวิชาบังคับในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มี 5 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 184 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ที่เรียนวิชา ว 431 เคมี เป็นวิชาบังคับในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 60 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) โดยการจับฉลากจากห้องเรียนที่จัดนักเรียนแบบคละกันจำนวน 2 ห้องเรียน จากทั้งหมด 5 ห้องเรียน แล้วสุ่มอย่างง่ายอีกครั้งหนึ่ง เพื่อจัดเป็นกลุ่มควบคุม 1 กลุ่มและกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม ซึ่งมีนักเรียนกลุ่มละ 30 คน กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ส่วนกลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ – เทคโนโลยี – สังคม

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ครั้งนี้ ได้แก่ เรื่อง สาร และ การเปลี่ยนแปลง ตามแบบเรียน ว 431 เคมี ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 ใช้เวลาทดลอง 6 สัปดาห์ ๆ ละ 4 คาบ รวมกลุ่มละ 24 คาบ ๆ ละ 50 นาที

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิชา ว 431 เคมี เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลงมี 2 แบบ คือ
   1.1 แผนการสอนที่จัดกิจกรรมแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม
   1.2 แผนการสอนที่จัดกิจกรรมตามคู่มือครูของ สสวท.
2. เอกสารประกอบการสอน
3. แบบวัดทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
4. แบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
5. แบบวัดความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

1. แผนการสอน วิชา ว 431 เคมี เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง ดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย คู่มือครู และกิจกรรมวิชา ว 431 เคมี เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. กำหนดแนวคิดและจุดมุ่งหมายของกิจกรรมการเรียนการสอน

3. ศึกษาแนวการสอน 2 แบบ คือ การสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ของ ยาเกอร์และทาไมร์(Yager and Tamir) และการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ซึ่งประกอบด้วยลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.1 แผนการสอนที่จัดกิจกรรมแบบ วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

มีลำดับขั้นตอนในการจัดกิจกรรม ดังนี้

3.1.1 ขั้นกำหนดหัวข้อการอภิปราย

3.1.2 ขั้นรอเวลาให้ปรากฏ

3.1.3 ขั้นปฏิบัติการร่วมกัน

3.2 แผนการสอนที่จัดกิจกรรมตามคู่มือครูของ สสวท.

มีลำดับขั้นตอนในการจัดกิจกรรม ดังนี้

3.2.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

3.2.2 ขั้นการทดลอง

3.2.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

4. นำกิจกรรมแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ไปทดลองสอนกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ได้กิจกรรมการสอนที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้นก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

2. เอกสารประกอบการสอน ประกอบด้วย ภาพ ข่าวหนังสือพิมพ์ บทความ การ์ตูน เกี่ยวกับเหตุการณ์หรือ สถานการณ์ที่เป็นประเด็น เรื่องราวปัจจุบันหรือในอดีตที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามเนื้อหาในแบบเรียน มีลำดับขั้นตอนในการจัดเตรียม ดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหา เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลงจากแบบเรียน จุดมุ่งหมายรายวิชา จุดมุ่งหมายของกิจกรรมตามคู่มือครูของ สสวท.

2. ศึกษาค้นคว้าหาและคัดเลือกบทความ ภาพ ข่าวหนังสือพิมพ์ การ์ตูน ที่สอดคล้องกับเนื้อหา จุดมุ่งหมายรายวิชา จุดมุ่งหมายของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์เหตุการณ์ สถานการณ์ที่เป็นประเด็น เรื่องราวตามที่นักเรียนสนใจ

3. แบบวัดทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงจากแบบวัดทักษะในการแสวงหาความรู้ของ ฟราเซอร์ (The Fraser's Test of Enquiry Skills.1980)และ ศกุนตลา โฆษิตชัยวัฒน์ (2535 : 90 - 109) ซึ่งมีความเชื่อมั่น 0.75 โดยมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวข้องกับทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

2. ดำเนินการสร้างข้อสอบวัดทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตามนิยามของ ฟราเซอร์ (Fraser)และ ศกุนตลา โฆษิตชัยวัฒน์ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3. นำข้อสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ รศ.สมเกียรติ กรีทอง อ.ศรีลักษณ์ มาโกมล และ อ.สุทธิกฤษณ์ พึ่งน้อย พิจารณาความเหมาะสมด้านความตรงเชิงเนื้อหาและให้คำแนะนำในการปรับปรุง

4. ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขข้อความและเนื้อหาให้เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียนตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

5. นำแบบวัดที่ได้รับการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วไปใช้วัดกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ และโรงเรียนอยุธยานุสรณ์

6. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร K.R. 20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน(Kuder-Richardson) ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.87 จำแนกตามทักษะได้ ดังนี้

6.1 ความเข้าใจในการอ่านเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่น 0.67

6.2 การออกแบบการทดลอง มีค่าความเชื่อมั่น 0.69

6.3 การลงข้อสรุปและสรุปเป็นหลักการโดยทั่วไป มีค่าความเชื่อมั่น 0.63

7. นำข้อสอบจัดพิมพ์เป็นฉบับเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. แบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยทำการปรับปรุงจากแบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา (Understanding of The Nature of Scientific Knowledge)ของรับบาและแอนเดอร์สัน (Rubba and Anderson. 1978 : 449 - 458) ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่น 0.77 โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

2. ดำเนินการสร้างแบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตามนิยามของ รับบาและแอนเดอร์สัน (Rubba and Anderson) จำนวน 18 ข้อความ แบบวัดนี้มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ช่วง ข้อคำถามเป็นนิมาน(Positive)และนิเสธ(Negative)คละกัน

3. นำแบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ รศ.สมเกียรติ กรีทอง อ.ศรีลักษณ์ มาโกมล และ อ.สุทธิณาภรณ์ พึ่งน้อย ตรวจสอบความเหมาะสมและให้คำแนะนำในการปรับปรุงข้อความ

4. นำแบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาปรับปรุงและแก้ไขข้อความและเนื้อหาให้เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียนตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วนำแบบวัด

ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้วัดกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ และโรงเรียนอยุธยานุสรณ์

5. นำแบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มาตรวจให้คะแนน ถ้าข้อความเป็นนิมานให้คะแนน ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	5	คะแนน
เห็นด้วย	ให้	4	คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้	3	คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้	2	คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	1	คะแนน

ถ้าข้อความเป็นนิเสธ ให้คะแนนในทางกลับกัน

6. หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.76 และจำแนกตามประเภทได้ ดังนี้

6.1 การนำไปใช้อย่างมีคุณธรรม	มีค่าความเชื่อมั่น 0.71
6.2 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	มีค่าความเชื่อมั่น 0.66
6.3 การพัฒนาการของความรู้	มีค่าความเชื่อมั่น 0.66
6.4 การใช้ข้อความที่รัดกุม	มีค่าความเชื่อมั่น 0.68
6.5 การตรวจสอบได้	มีค่าความเชื่อมั่น 0.69
6.6 การเป็นสหวิชา	มีค่าความเชื่อมั่น 0.77

7. นำข้อคำถามจัดพิมพ์เป็นฉบับเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

5. แบบวัดความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม โดยผู้วิจัยปรับปรุงจากแบบวัดความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม ของ ศกุนตลา โมษิตชัยวัฒน์ (2535 : 109 - 112) ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่น 0.89 มีลำดับขั้นตอนในการปรับปรุง ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม และกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

2. ดำเนินการปรับปรุงข้อคำถาม จำนวน 30 ข้อความ ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ช่วง โดยข้อคำถามเป็นทั้งนิมานและนิเสธคละกัน

3. นำข้อคำถามที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ รศ.สมเกียรติ ทรีทอง อ.ศรีลักษณ์ มาโกมล และ อ.สุทธิกฤษณ์ พึ่งน้อย ตรวจพิจารณาข้อความและเนื้อหาให้เหมาะสม เพื่อให้คำแนะนำและปรับปรุงแก้ไข

4. นำแบบวัดความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

5. นำแบบวัดความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม มาตรวจให้คะแนนถ้าข้อความเป็นนิมานให้คะแนน ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	5	คะแนน
เห็นด้วย	ให้	4	คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้	3	คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้	2	คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	1	คะแนน

ถ้าข้อความเป็นนิเสธ ให้คะแนนในทางกลับกัน

6. หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบัค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.88

7. นำข้อคำถามจัดพิมพ์เป็นฉบับเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบการวิจัยที่มีกลุ่มควบคุมแบบสุ่มและมีการสอบหลังการทดลองอย่างเดียว (Randomized control group posttest only design) ดังตาราง 3 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2535 : 70)

ตาราง 3 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	-	X	T_{2R}
CR	-	X	T_{2C}

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง มีดังนี้

R หมายถึง การสุ่มเข้ากลุ่มทดลอง หรือ กลุ่มควบคุม

E หมายถึง กลุ่มทดลอง

C หมายถึง กลุ่มควบคุม

T_2 หมายถึง การทดสอบหลังสอน

X หมายถึง การสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

X หมายถึง การสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย(พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2535 : 121 - 186)

1. การหาค่าเฉลี่ยของคะแนน ใช้สูตร

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

เมื่อ $\bar{X}$ หมายถึง คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n หมายถึง จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. หาค่าความแปรปรวนของคะแนน โดยใช้สูตร

$$s^2 = \frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

เมื่อ s^2 หมายถึง ค่าความแปรปรวน

$\sum X$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

n หมายถึง จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร K.R. 20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

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

เมื่อ r_{tt} หมายถึง ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n หมายถึง จำนวนข้อของแบบทดสอบ

s_t^2 หมายถึง คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

p หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในหนึ่งข้อ $= \frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในหนึ่งข้อ หรือ $1 - p$

4. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติด้วยวิธีของครอนบัค (Cronbach) โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ดังนี้

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

α หมายถึง สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

n หมายถึง จำนวนข้อ

s_i^2 หมายถึง คะแนนความแปรปรวนของแต่ละข้อ

s_t^2 หมายถึง คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

5. ทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านทักษะในการแสวงหาความรู้ ความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ ความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคม โดยใช้ t - test กรณีข้อมูลเป็นอิสระต่อกัน (t - Independent) แบบ pooled variance) ดังนี้ (ผวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2535 : 173 - 174)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\left\{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}\right\}\left\{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right\}}}$$

เมื่อ $d_f = n_1 + n_2 - 2$

$\bar{X}_1$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มทดลอง

$\bar{X}_2$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มควบคุม

n_1 หมายถึง จำนวนนักเรียนของคะแนนกลุ่มทดลอง

n_2 หมายถึง จำนวนนักเรียนของคะแนนกลุ่มควบคุม

S_1^2 หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มทดลอง

S_2^2 หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มควบคุม

การทดสอบดังกล่าวใช้ระดับ .05 เป็นระดับนัยสำคัญในการทดสอบ ทั้งนี้การคำนวณค่าสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยกระทำโดยใช้คอมพิวเตอร์คำนวณจากโปรแกรม Excell 4.0 (Thai Edition) สำหรับวินโดวส์(Windows) ของบริษัทไมโครซอฟท์ในการวิเคราะห์ข้อมูล

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ กระทำตามลำดับของความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

2. เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

3. เพื่อเปรียบเทียบความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีต่อสังคมของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล กระทำโดยใช้ตารางพร้อมกับคำอธิบายสรุปผลในตอนท้าย ทั้งนี้โดยใช้สัญลักษณ์ดังต่อไปนี้

n	หมายถึง	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยของคะแนนในกลุ่มตัวอย่าง
S.D.	หมายถึง	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนในกลุ่มตัวอย่าง
t	หมายถึง	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาการแจกแจงแบบ t (t-distribution)
P	หมายถึง	ระดับนัยสำคัญ
*	หมายถึง	มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ระดับ .05)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การเปรียบเทียบทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

ผลการเปรียบเทียบทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. โดยการใช้ t-test แบบ pooled variance ปรากฏดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

ทักษะด้าน	กลุ่มควบคุม			กลุ่มทดลอง			t	P
	n	$\bar{X}$	S.D.	n	$\bar{X}$	S.D.		
1. ความเข้าใจในการอ่านเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์	30	5.07	1.14	30	6.00	1.05	3.21*	0.008
2. การออกแบบการทดลอง	30	5.80	1.52	30	6.80	1.52	2.50*	0.006
3. การลงข้อสรุปและสรุปรวมเป็นหลักการโดยทั่วไป	30	4.03	1.67	30	5.10	1.16	2.82*	0.002
รวม	30	14.90	2.34	30	17.90	2.23	4.92*	0.000

จากตาราง 4 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน โดยแตกต่างกันทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านความเข้าใจในการอ่านเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ ด้านการออกแบบการทดลอง และ ด้านการลงข้อสรุปและสรุปรวมเป็นหลักการโดยทั่วไป ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยที่กำหนดไว้

2. การเปรียบเทียบความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. โดยการใช้ t-test แบบ pooled variance ปรากฏดังตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

ความเข้าใจด้าน	กลุ่มควบคุม			กลุ่มทดลอง			t	P
	n	$\bar{X}$	S.D.	n	$\bar{X}$	S.D.		
1. การนำไปใช้อย่างมีคุณธรรม	30	10.83	1.80	30	11.67	1.90	1.714*	0.049
2. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	30	10.80	1.56	30	11.70	1.32	2.368*	0.009
3. การพัฒนาการของความรู้	30	10.23	2.16	30	11.33	1.81	1.698*	0.042
4. การใช้ข้อความที่รัดกุม	30	11.20	1.88	30	11.77	1.81	1.160	0.119
5. การตรวจสอบได้	30	10.93	1.48	30	11.77	1.57	1.930*	0.019
6. การเป็นสหวิชา	30	11.37	1.67	30	12.10	2.09	1.460	0.069
รวม	30	65.37	4.26	30	70.13	4.82	3.966*	0.000

จากตาราง 5 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน โดยแตกต่างกัน 4 ด้าน คือ ด้านการนำไปใช้อย่างมีคุณธรรม ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ด้านการพัฒนาการของความรู้ และ ด้านการตรวจสอบได้ แต่ไม่แตกต่างกัน 2 ด้าน คือ ด้านการใช้ข้อความที่รัดกุม และ ด้านการเป็นสหวิชา

3. การเปรียบเทียบความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

ผลการเปรียบเทียบความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. โดยการใช้ t-test แบบ pooled varaince ปรากฏผลดังตาราง 6

ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

ความตระหนัก	กลุ่มควบคุม			กลุ่มทดลอง			t	P
	n	$\bar{X}$	S.D.	n	$\bar{X}$	S.D.		
ความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม	30	116.87	13.03	30	123.87	9.13	2.364*	0.009

จากตาราง 6 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีความแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

4. สรุปผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งเมื่อแยกวิเคราะห์เป็นด้านและตามรายละเอียดในแต่ละด้าน ปรากฏผลดังตาราง 7

ารางที่ 7 สรุปการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้แยกวิเคราะห์ตามรายละเอียดแต่ละด้าน ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

ผลการเรียนรู้	ผลการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	
	แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
1. ทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	✓	
1.1 ความเข้าใจในการอ่านเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์	✓	
1.2 การออกแบบการทดลอง	✓	
1.3 การลงข้อสรุปและสรุปรวมเป็นหลักการโดยทั่วไป	✓	
2. ความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	✓	
2.1 การนำไปใช้อย่างมีคุณธรรม	✓	
2.2 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	✓	
2.3 การพัฒนาการของความรู้	✓	
2.4 การใช้ข้อความที่รัดกุม		✓
2.5 การตรวจสอบได้	✓	
2.6 การเป็นสหวิชา		✓
3. ความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม	✓	

จากตาราง 7 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ทั้งเมื่อเคราะห์เป็นด้านและแยกตามรายละเอียด โดยวิเคราะห์จากคะแนนรวม ปรากฏว่า ผลการเรียนรู้ต่างกัน 10 ประการ คือ ทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในการอ่านเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ การออกแบบการทดลอง การลงข้อสรุปและสรุปรวมเป็นหลักการโดยทั่วไป ความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การนำไปใช้อย่างมีคุณธรรม ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การพัฒนาการของความรู้ การตรวจสอบได้ และ ความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม แต่ไม่แตกต่างกัน 2 ประการ คือ การใช้ข้อความที่รัดกุม และ การเป็นสหวิชา

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึง สาระสำคัญของการวิจัยใน 3 ประเด็น คือ การสรุป การอภิปรายและข้อเสนอแนะจากการศึกษาค้นคว้าและผลของการวิจัยที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม สำหรับการสรุปประกอบด้วย ความมุ่งหมายของการวิจัย สมมติฐานของการวิจัย วิธีดำเนินการวิจัย และ สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล ในส่วนของการอภิปรายผลจะอภิปรายตามลำดับความมุ่งหมายของการวิจัย ส่วนข้อเสนอแนะจะแยกกล่าวเป็นข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้และข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ ความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ ความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรทั่วไป ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

1.2 ประชากรเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ ที่เรียน วิชา ว 431 เคมี เป็นวิชาบังคับในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 จำนวน 5 ห้องเรียน รวมนักเรียน 184 คน ของโรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

1.3 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ ที่เรียน วิชา ว 431 เคมี เป็นวิชาบังคับในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 จำนวน 60 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายจำนวน 2 ห้องเรียน ๆ ละ 30 คน (จากนักเรียนทั้งหมด 5 ห้องเรียน) แยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน

2. เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังต่อไปนี้

2.1 เอกสารประกอบการสอน

2.2 แผนการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม สำหรับกลุ่มทดลอง

2.3 แผนการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. สำหรับกลุ่มควบคุม

2.4 แบบวัดทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.5 แบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.6 แบบวัดความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ทำการทดลองตามแบบแผนการวิจัยที่มีกลุ่มควบคุมแบบสุ่มและมีการทดสอบหลังการทดลองอย่างเดียว (Randomized control group posttest only design) โดยมีกิจกรรมที่สำคัญ คือ

3.1 ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.2 ทำการสอนกลุ่มทดลองแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ส่วนกลุ่มควบคุมทำการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. โดยสอนกลุ่มละ 6 สัปดาห์ ๆ ละ 4 คาบ (คาบละ 50 นาที) รวม 24 คาบ

3.3 ทำการทดสอบหลังจบการเรียน โดยใช้แบบวัดทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

คำนวณค่าสถิติพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ค่าเฉลี่ยของคะแนนการสอบหลังเรียน ($\bar{X}$) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.) แล้วคำนวณหาค่า t แบบเป็นอิสระต่อกัน (t-Independence) เพื่อเปรียบเทียบทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

<u>ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</u>

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำแนกตามรายละเอียดได้ ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. 3 ด้าน คือ

ความเข้าใจในการอ่านเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ การออกแบบการทดลอง และ การลงข้อสรุปและสรุปรวมเป็นหลักการโดยทั่วไป

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. 4 ด้าน คือ การนำไปใช้อย่างมีคุณธรรม ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การพัฒนาการของความรู้ และการตรวจสอบได้ แต่ไม่แตกต่างกัน 2 ด้าน คือ การใช้ข้อความที่รัดกุม และ การเป็นสหวิชา

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

<u>การอภิปรายผลการวิจัย</u>

1. การอภิปรายผลเกี่ยวกับการเปรียบเทียบทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การเปรียบเทียบทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.นั้น ผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยที่กำหนดไว้

ผลการวิจัยในการมีทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวมีความสอดคล้องกับผลการวิจัยของ แมคคินนู (Mckinnu. 1992 : 2489A) ที่พบว่า นักเรียนที่คิดแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีทักษะด้านกระบวนการและการประยุกต์ใช้ความรู้สูงกว่านักเรียนที่คิดตามแบบเรียน และ ศกุนตลา โฆษิตชัยวัฒน์ (2535 : 107) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในเขตกรุงเทพมหานคร มีทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง

การที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. น่าจะเกิดจากสาเหตุ ดังต่อไปนี้

ประการแรก ในการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม นักเรียนมีส่วนในการกำหนดภาพรวมเกี่ยวกับเรื่องราวที่แต่ละคนสนใจ และ เริ่มต้นจากความอยากรู้อยากเห็นของตนเอง ซึ่งนักเรียนสามารถแสดงออกจากการเรียนรู้อย่างง่าย ๆ และเกิดความรู้สึกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เหมือนกับทักษะที่เขาต้องการแสวงหาใหม่ ๆ และสามารถพัฒนาได้ด้วยตนเอง

ประการที่สอง การสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ใช้วิธีสอนโดยยึดถือกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยการกำหนดบทบาทสำคัญของการสอนจากการกำหนดสื่อการสอนที่ชัดเจนให้นักเรียนปฏิบัติตามแบบเรียน ซึ่งแตกต่างจากการสอนแบบวิทยาศาสตร์ -เทคโนโลยี - สังคม ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ได้ด้วยตนเองตามความสนใจมากยิ่งขึ้นและไม่ถูกจำกัดด้วยขอบเขตที่กำหนดไว้ในแบบเรียน

ประการที่สาม การสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีการขยายขอบเขตของการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปสัมพันธ์กับเทคโนโลยีและสังคมของนักเรียนตามประเด็นเรื่องราว สถานการณ์หรือกระแสความเป็นไปที่นักเรียนเป็นผู้พิจารณาด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนนำความคิดเห็นของตนเองเป็นข้อมูลประกอบในการตัดสินใจเกี่ยวกับสถานการณ์ เรื่องราวใหม่ ๆ ที่นอกเหนือจากแบบเรียนได้มากขึ้น

2. การอภิปรายผลเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การเปรียบเทียบความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. นั้น ผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

ผลการวิจัยในการมีความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว สอดคล้องกับผลการวิจัยของ วรากรณ์ สิ่มศิลา (2530 : 98 - 100) และบุพดี เส้นขาว (2532 :122) ที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ในเขตกรุงเทพมหานคร ที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีความเข้าใจในลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง และ ไม่สัมพันธ์กับความสนใจในวิทยาศาสตร์ ส่วน ลูคัส และ ทูลิพ (Lucas and Tulip. 1980) ซึ่งพบว่า ความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในระดับ 10 และ 12 ในประเทศออสเตรเลียอยู่ในระดับต่ำ อีกด้วย

การที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. น่าจะเกิดจากสาเหตุ ดังต่อไปนี้

ประการแรก การสอนตามคู่มือครูของ สสวท. หรือแบบเรียนมีภาพรวมของการเรียนรู้อยู่บนพื้นฐานของการอธิบายปัจจุบัน นักเรียนมุ่งมั่นที่จะจดจำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้เหมือนกับที่ครูให้คำแนะนำเพื่อนำไปใช้สำหรับการสอบมากกว่าที่จะพิจารณาให้เข้าใจถึงธรรมชาติของตัวความรู้นั้น ๆ ซึ่งแตกต่างจากการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ที่ภาพรวมของการเรียนรู้อยู่บนพื้นฐานของการอธิบายอนาคต นักเรียนจึงเห็นว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีประโยชน์ต่อบุคคลและเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำเนินการกับปัญหาต่าง ๆ และสามารถนำไปประยุกต์และปรับปรุงหาข้อมูลเพิ่มเติมให้สัมพันธ์กับสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้

ประการที่สอง นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. หรือ แบบเรียนจะเห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เหมือนกับสิ่งที่เรียนรู้และจดจำไว้ ความรู้ที่ครูกล่าวถึงหรือที่มีอยู่ในแบบเรียนเป็นสิ่งที่ถูกต้องทั้งหมด ซึ่งแตกต่างจากการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนพิจารณาถึงการใช้ความรู้และค้นหาข้อมูลใหม่ ๆ เพื่อปรับให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เป็นประเด็นเรื่องราวที่แปลกแตกต่างไปจากเดิม มากกว่า

สำหรับสาเหตุที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม และการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีความเข้าในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้านการใช้ข้อความที่รัดกุม และการเป็นสหวิชา ไม่แตกต่างกัน น่าจะเกิดจากสาเหตุ ดังต่อไปนี้

ประการแรก นักเรียนยังมีความคุ้นเคยต่อการเรียนการสอนที่ให้ความสำคัญกับข้อความของตัวความรู้ที่ปรากฏอยู่ในแบบเรียนและข้อความที่ครูบอกหรือกล่าวถึงในการสรุปและอภิปราย มากกว่าที่จะสรุปและพิจารณาถึงความหมายของความรู้ให้เป็นถ้อยคำด้วยตนเอง

ประการที่สอง ในกรณีที่ให้นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้พิจารณาประเด็นเรื่องราว ปรากฏการณ์ สถานการณ์ หรือผลจากกระแสการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสังคม นักเรียนยังคงมีความคิดอยู่ในขอบเขตของการใช้ความรู้เฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่าที่จะนำความรู้ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้และปรับปรุงให้เหมาะสมและสัมพันธ์กับความรู้ในสาขาวิชาอื่น ๆ ก่อนที่จะนำไปใช้กับเรื่องราวหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

3. การอภิปรายผลเกี่ยวกับความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

การเปรียบเทียบความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม ซึ่งพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. นั้น ผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยที่กำหนดไว้

ผลการวิจัยในการมีความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม ดังกล่าว สอดคล้องกับ อิสกานดาร์ (Iskandar. 1992 : 114-A) แมคคินนู (Mackinnu. 1992 : 2489-A)และ เซอร์ (Zehr. 1992 : 116-A) ที่พบว่า นักเรียนระดับ 6 - 12 ที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีเจตคติในเชิงบวกต่อวิทยาศาสตร์ ครู อาชีพที่สัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ การรับรู้การตั้งคำถามในห้องเรียน และการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ในส่วนของ

การวิจัยที่เกี่ยวกับความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม นั้น สกุนตลา โมษิตชัยวัฒน์ (2535 : 107) พบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นในเขตกรุงเทพมหานคร มีความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับปานกลาง

การที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. นั้น น่าจะเกิดจากสาเหตุ ดังนี้

ประการแรก นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ยังไม่เห็นคุณค่า และ/หรือนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการพิจารณาถึงชีวิตความเป็นอยู่ในสังคมของตนเอง ซึ่งแตกต่างจากการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ที่เน้นให้นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของแต่ละคน มากกว่า

ประการที่สอง นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. สามารถท่องจำข้อมูลและตัวความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปแล้วเป็นส่วนใหญ่ จึงนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้พิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมตามทัศนะของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ต่ำกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ซึ่งการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มุ่งเน้นให้นักเรียนใช้กระบวนการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปพิจารณาถึงประเด็นเรื่องราวตามสถานการณ์จริงในปัจจุบันและ/หรือทำนายปรากฏการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตตามที่นักเรียนสนใจและเป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน มากกว่า

ประการที่สาม นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มุ่งเน้นที่จะแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมนอกเหนือจากข้อมูลที่ได้รับด้วยข้อคำถามต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่กระแสการพัฒนาและพิจารณาถึงความสำคัญของผลจากการใช้เทคโนโลยีและสิ่งที่เกี่ยวเนื่องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ให้ความสำคัญกับข้อมูลและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มีการรวบรวมไว้แล้ว

จากผลการวิจัย ดังกล่าว สรุปได้ว่า การสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม เป็นสิ่งกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการใช้ทักษะด้านกระบวนการด้วยตนเอง และ สามารถประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้อย่างมีความหมาย เนื่องจากการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม จะถ่ายโอนความรู้ไปสู่ชีวิตความเป็นอยู่นอกเหนือจากของห้องเรียนและโรงเรียน เพราะ การเรียนวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงไม่สามารถบังเกิดผลได้จากการทำตามข้อแนะนำหรือการบอกกล่าวของครูเท่านั้น (Yager. n.d. : 71 - 103) ซึ่งครูผู้สอนจำเป็นต้องให้ข้อเสนอแนะและแนวทางแก่นักเรียนในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้พิจารณาข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้นักเรียนนำไปเป็นแนวทางในศึกษา ค้นคว้า คิดค้น ปรับปรุงวิธีการ วิธีดำเนินชีวิต หรือประดิษฐ์วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันตามที่นักเรียนแต่ละคนสนใจให้เหมาะสมกับตนเองและสังคม ต่อไป

<u>ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้</u>

จากผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้ โดยสรุปได้ ดังนี้

1. ครูผู้สอนวิชา ว 431 เคมี ซึ่งเป็นวิชาบังคับในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ควรนำการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ไปประยุกต์ใช้และพิจารณาคัดเลือกเพื่อหาประเด็นเรื่องราว เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ที่สำคัญ ๆ ในสังคมตามกระแสการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นกรณีตัวอย่างสำหรับนักเรียน เพื่อส่งเสริมให้การเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพและมีความหมายยิ่งขึ้น

ทั้งนี้ ในการปฏิบัติตามข้อเสนอแนะข้างต้น โดยเฉพาะในส่วนของการที่ให้นักเรียนพิจารณาเรื่องราว เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ ต่าง ๆ ควรเน้นให้นักเรียนเลือกและพิจารณาตามความสนใจหรือเป็นประเด็นปัญหาของตนเองและสังคมที่นักเรียนอาศัยอยู่ ให้เหมาะสมตามศักยภาพและปฏิบัติได้ด้วยของตนเองเป็นสำคัญ

2. ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ส่วนอื่น ๆ ควรหาทางประยุกต์ใช้วิธีการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม รวมทั้งการพิจารณาเลือกใช้กรณีตัวอย่างให้เหมาะสมกับเนื้อหาตามหลักสูตรและระดับชั้นของนักเรียน โดยคำนึงถึงแนวปฏิบัติตามข้อ 1 เป็นสำคัญ

3. ผู้บริหารงานวิชาการในโรงเรียน เช่น หัวหน้าหมวดวิชา ผู้ช่วยผู้บริหารฝ่ายวิชาการ ตลอดจนผู้บริหารโรงเรียนควรพิจารณาส่งเสริมและสนับสนุนในการพัฒนาคุณภาพและประสิทธิภาพทางการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของครูตามแนวทางของข้อเสนอแนะในข้อ 1 และ 2 ด้วย

4. ศึกษานิเทศก์ควรพิจารณาเผยแพร่วิธีการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ไปสู่ครูผู้สอนในเครือข่ายและสายงานที่รับผิดชอบ โดยอาศัยรูปแบบและวิธีการฝึกอบรมที่เหมาะสม

5. หน่วยงานทางการศึกษาที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรทั้งในส่วนงานการเรียนการสอน (เช่น สถาบันราชภัฏ คณะศึกษาศาสตร์ในระดับมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ฯลฯ) และ งานพัฒนาหลักสูตร (เช่น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิชาการ ศูนย์พัฒนาหลักสูตร นักการศึกษา นักพัฒนาหลักสูตร ฯลฯ) ควรนำไปใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาปรับปรุงวิธีสอน และพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ต่อไป

<u>ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป</u>

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลข่าวสารทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้นักเรียนมีความสามารถและทักษะในการศึกษา ค้นคว้า พิจารณาเลือกวิธีการ เพื่อประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในยุคโลกาภิวัตน์ ให้เหมาะสมกับตนเองยิ่งขึ้น การวิจัยต่อไปจึงควรเป็นการรื้อปรับระบบของการจัดการเรียนการสอนและการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ควรทำการวิจัยในทำนองเดียวกับการวิจัยครั้งนี้ซ้ำอีก เพื่อเป็นการตรวจสอบผลการวิจัยให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น ทั้งนี้ควรได้ปรับปรุงข้อจำกัดของการวิจัยครั้งนี้ด้วย เช่น ระดับชั้นเรียน ขยายเวลาการทดลอง เพิ่มความเข้มในการฝึก และปรับปรุงวิธีสอน การทดสอบ สื่อการสอน เป็นต้น

2. ควรทำการวิจัยในลักษณะคล้ายคลึงกับงานวิจัยครั้งนี้ โดยเพิ่มประเด็นในการศึกษาให้มีความละเอียดและครอบคลุมจุดมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์ศึกษา เช่น ศึกษาผลการเรียนในด้านต่าง ๆ ของนักเรียนจำแนกตามเจเนติ กระบวนการ ความคิดสร้างสรรค์ เจตคติ และการนำไปใช้ ฯลฯ

3. ควรทำการวิจัยเพื่อพัฒนาการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ให้สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างในระดับชั้นต่าง ๆ ยิ่งขึ้น

4. ควรทำการวิจัยเพื่อพัฒนาคู่มือครูและนักเรียน ตำราเรียน สื่อการเรียน และเครื่องมือวัดความสามารถหรือทักษะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แบบทดสอบเชิงวิเคราะห์ที่แสดงออกถึงการนำความคิดเห็นจากประสบการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันมาเป็นแนวในการตอบตอบ นอกจากนี้ควรพัฒนากิจกรรม หรือวิธีการต่าง ๆ ตามแนวทางของ วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม เช่น การศึกษานอกสถานที่ สิ่งประดิษฐ์ โครงงานวิทยาศาสตร์ เข้าไว้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

5. ควรทำการวิจัยในลักษณะส่งเสริมการศึกษาตามอัธยาศัย (Informal Education) ด้วยการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม โดยปรับใช้นวัตกรรม เทคโนโลยีใหม่ ๆ และจัดประสบการณ์การเรียนการสอนให้นักเรียนมีโอกาสเลือกศึกษาค้นคว้าตามความถนัด ความสนใจ และความพร้อมของแต่ละคนอย่างเสรี

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภนาศักดิ์ ทองตั้ง. ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจในลักษณะความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร. ปริญญานิพนธ์ ค.ม. , กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529. อัดสำเนา.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ,สำนักงาน. แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535 2539). 2535.

ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. "การติดตามการเปลี่ยนแปลงผลการเรียนรู้ข้างเคียงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ในจังหวัดพิษณุโลก 3 รุ่นต่อเนื่อง," ศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา. 6(2) : 12 - 28 ; เมษายน 2536.

ดวงเดือน เทศวานิช. "รูปแบบการสอน," พิฆเนศวร. 1(2) : ธันวาคม 2534 - พฤษภาคม 2535.

ธีระชัย ปูรณโชติ. "แนวคิดในการจัดการศึกษาระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาสำหรับประเทศไทยในอนาคต," วารสารมัธยมปริทัศน์. 3 : 27 ; กันยายน - กุมภาพันธ์ 2532 .

นิดา สะเพียรชัย. "ปรัชญาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์," ข่าวสาร สสวท. : 3 - 8 ; กรกฎาคม 2520.

_____. "วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อปวงชน," ใน 12 ปี ของการพัฒนาด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์. 2527.

บัญชา กัลยารัตน์. "การศึกษาแบบ เอส ที เอส (STS Education)," สืมาจารย์. 7(11) : 56 - 61 ; มิถุนายน - ตุลาคม 2534.

ประวิตร ชูศิลป์. "หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่," ใน เอกสารนิเทศการศึกษา. 233 : 5 - 6 ; 2524. อัดสำเนา.

ปรีชา วงศ์ชูศิริ. ปรัชญาวิทยาศาสตร์. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร . 2532.

วงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : พิงเกอร์ปริ้น แอนด์ มีเดีย, 2535.

ชัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา. "การพัฒนาบุคคลให้มีความรู้ความสามารถเชิงวิทยาศาสตร์," วารสารวิทยาศาสตร์ . 43 : 56 - 63 ; มกราคม - กุมภาพันธ์ 2532.

ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. "ความแตกฉานทางด้านวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี," ใน เอกสารประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม , ม.ป.ป . อัดสำเนา.

ภพ เลาหไพบูลย์. การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. เชียงใหม่ : เชียงใหม่-คอมเมอร์เชียล , 2534.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. 2525 . อัดสำเนา.

มังกร ทองสุขดี. "บทบาทของครูกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี," ข่าวสาร สสวท. 17 : 2 - 9 ; เมษายน - มิถุนายน 2532.

ยุพดี เสือชาว. ความสัมพันธ์ระหว่างความสนใจในวิทยาศาสตร์กับความเข้าใจในลักษณะความรู้ของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 กรุงเทพมหานคร . ปริญญานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532. อัดสำเนา.

วนาภรณ์ ลิ่มศิลา. การศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในเขตกรุงเทพมหานคร. ปริญญานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530. อัดสำเนา.

วิชาการ, กรม. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรุงเทพฯ : การศาสนา, 2533.

วิไลวรรณ ปิยะปกรณ์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนาความคิดอย่างมีวิจารณญาณ. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

วิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย, สมาคม. การประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ ในรอบ 5 ปี (2526 - 2530) , 2530.

_____. การประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ ประจำปี 2532. 2532.

ศกุนตลา โชษิตชัยวัฒน์. ความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มโรงเรียนการมสามัญศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มที่ 2. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2535. อัดสำเนา.

สมจิต สวธนไพบูลย์. การศึกษาผลของการจัดชั้นเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการสังเคราะห์งานวิจัย ปีการศึกษา 2518 - 2534. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535.

สุเทพ อุตสาหะ. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. มหาสารคาม : สหมิตร , 2526.

สุนีย์ คล้ายนิล. "ไปให้ไกลกว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์," สสวท. 20(78) : 8 - 16 ; เมษายน - มิถุนายน 2535 ก.

_____. "วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยกับการประเมินผลนานาชาติ," สสวท. 20(79) : 3 - 11 ; กรกฎาคม - กันยายน 2535 ข.

สุวัฒก์ นิยมค้า. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช , 2517.

_____. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 1-2. กรุงเทพฯ : เจเนอรัล บุ๊คส์ เซ็นเตอร์, 2531. อัดสำเนา.

อนันต์ จันทร์ภวี. "โครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีปรีชาญาณทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี," วิทยาจารย์. 7 : 3 - 10 ; พฤษภาคม - สิงหาคม 2525.

Alaimo, S.J. "A Study of Factor Infiuencing Value Preferences in Environmenttal Problems of Seventh Through Twelfth Grade Students," Dissertation ABstracts International. 39 : 5427-A - 5428-A ; March, 1979.

Australian Science Education Project Inquiry Approach. A Guide to ASEP. Australian Science Education Project , 1974.

Baker, D.R. and M.D. Piburn. " Teachers' Perception of the Effects of a Scientific Literacy Course on Subsequent Learning in Biology," Journal of Research in Science Teaching. 27 : 477 - 491 ; 1990.

Callison, B.F. "Comparison of Two Approaches in Teaching General Science Courses" Four - Fold or Traditional," Dissertation Abstracts International. 48 : 2591-A ; 1988.

Carin, Arthur A. and Robert B. Soud. Teaching Science Through Discovery. 3rd ed. Columbus, Ohio : C.E. Merrill, 1975.

Finley, and others. "Science, Technology, and Society," Science Education. 76(3) : 270 - 272 ; 1992.

Fraser, B.J. "Development and Validation of A Test of Enquiry Skills," Journal of Research in Science Teaching.17 : 7 - 16 ; January, 1980.

Gibbs, A. and A. Lawson. "The Nature of Scientific Thinking as Reflected by the Work of Biologists and Biology Textbooks," The American Biology Teacher. 24 (3) : 137 - 152 ; 1992.

Iskandar, Srinni Murtinah. " An Evaluation of the Science - Technology - Society Approach to Science Teaching," Dissertation Abstracts International, 53(1) : 114-A - 115-A ; 1992.

Joyce, Bruce and Marsha Weil. Model of Teaching . 3rd ed. Prentice Hall Inc., 1986.

Luacs, K.B. and D.F. Tulip. Scientufic Literacy of High School Students. Paper Presented at Annual Conference of Australian Science Teacher Association, Canberra, September, 1980.

Mackinnu. "Comparison of Learning Outcomes Between Classes Taught With a Science - Technology - Society (STS) Approach and a Textbook Oriented Approach," Dissertation Abstracts International. 52 (7) : 2489-A - 2490-A ; 1992.

Olorundare, S.A. "Scientific Literacy in Nigeria : The Role of Science Education Programes," International Journal of Science Education. 10 : 151-158 ; April - June, 1988.

Raizn, K.R. "The Reform of Science Education in the U.S.A.," Studies in Science Education. 19 : 1 - 14 ; 1991.

Rosenthal, Dorothy B. "Two Approach to Science - Technology - Society (STS) Education," Science Education . 73(5) : 581 - 589 ; 1989.

Rubba, P.A. and H.O. Anderson. "Development of an Instrument to Assess Secondary School Students' Understanding of the Nature of Scientific Knowledge," Science Education. 62 : 449 - 458 ; 1978.

Beatter, Carol. "The Science, Technology and Society Approach : A Philosophical Criticism," Master Abstracts International, 30(4) : 989 ; 1992.

Simson, R.D. and N.D. Anderson. Science Students and Schools : A Guide for the Middle and Secondary School Teacher. New York : John Wiley & Son Inc., 1981.

Sund, Robert B. and Lesliew W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. 2nd ed. Ohio : Bell and Howell Company, 1973.

UNESCO. Newtrends Integrated Science Teaching Volume VI. 44 - 56 ; 1990.

Yager, Robert E. "Science, Technology, Society : Trends in the Integration of Science Education," New Trends in Integrated Science Teaching Volume VI , UNESCO : 44 - 48 ; 1990.

_____. "Workshop Science/Technology/Society as Reform in Science Education . n.d.

Yager, R.E and A.J. McCormack. "Assessing Teaching/Learning Successes in Multiple Domains of Science and Science Education," Science Education. 73(1) : 45 - 58 ; 1989.

Yager, R.E. and P. Tamir. "STS Approach : Reasons, Intention, Accomplishments and Outcomes," Science Education. 77(6) : 637 - 658 ; 1993.

Welch, W.W. "What Research Says to the Science Teacher," Inquiry in School Science. 3 : 53 - 72 ; 1981.

Zehr, Eric Edward. "Analysis of Student Scores in Five Domains of Science Education for Concordance Across Domains and Growth Within Domains Related to Ability of Teachers to Choose application Items During an S/T/S Intervention," Dissertation Abstracts International. 53(1) : 116-A ; 1992.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1. รองศาสตราจารย์ สมเกียรติ กรีทอง

   วท.บ.(เคมีเทคนิค), M.Sc.(Radiochemistry)

   ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์

   มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

2. อาจารย์ ศรีลักษณ์ มากมล

   กศ.บ.(เคมี), คม.(การศึกษาวิทยาศาสตร์)

   อาจารย์ 3 ระดับ 8 โรงเรียนเบญจมราชาลัย กรุงเทพฯ

   ผู้ชำนาญสาขาวิชา เคมี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. อาจารย์ สุทธิกานต์ พึ่งน้อย

   กศ.บ.(เคมี), วท.ม.(สิ่งแวดล้อม)

   อาจารย์ 2 ระดับ 6 โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ภาคผนวก ข

คำแนะนำสำหรับครูและนักเรียน

กิจกรรมแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

คำแนะนำสำหรับครู

กิจกรรมวิทยาศาสตร์ – เทคโนโลยี – สังคม

คำชี้แจงสำหรับครู

กิจกรรมชุดนี้ เป็นกิจกรรมที่ใช้ฝึกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ที่เรียนวิชา ว 431 เคมี เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง ให้มีทักษะในการหาคำตอบหรือแก้ปัญหาที่จะเกิดขึ้นในปัจจุบัน หรืออนาคต โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมหรือสิ่งแวดล้อม โดยใช้เทคนิคการระดมสมอง(Brainstorming) และวิธีการอุปมาอุปมัย(Synectic)ประกอบกัน ครูต้องพยายามกระตุ้น หรือหาสิ่งเร้าให้นักเรียนสนุกสนานกับการใช้ความคิดให้คล่องแคล่วได้จำนวนมาก ๆ คิดให้ยืดหยุ่นหลากหลายวิธี คิดริเริ่มในสิ่งที่แปลกใหม่ และคิดให้ละเอียดลออถึงขั้นตอนต่าง ๆ ที่จะสามารถนำไปปฏิบัติได้ด้วยตนเองหรือเหมาะสมกับสภาพชีวิตความเป็นอยู่ของตนเอง

สิ่งที่ครูต้องเตรียม

1. สถานการณ์ตัวอย่างที่เป็นประเด็น เรื่องราวตามกระแสในสังคมปัจจุบันที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนและตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละบทเรียน จากข่าวสาร ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน เช่น บทความ สารคดี ข่าวประจำวัน จากโทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ วารสาร วิดีทัศน์ และ/หรือ การ์ตูน ต่าง ๆ สำหรับใช้กระตุ้นความสนใจของนักเรียน

2. แบบบันทึกกระบวนการตัดสินใจในการหาคำตอบ การแก้ปัญหาหรือการอธิบายผลที่ควรปรากฏขึ้นในอดีต ปัจจุบัน หรืออนาคตให้มีจำนวนมากพอกับความต้องการของนักเรียน

บทบาทของนักเรียน

นักเรียนทำกิจกรรมเป็นรายบุคคล และ/หรือ กลุ่ม ๆ ละประมาณ 3 - 5 คน

การจัดชั้นเรียน

ให้นักเรียนนั่งรวมกันเป็นกลุ่มแบบกลุ่มทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หรือจัดกลุ่มกันเองอย่างเสรี

แนวทางการจัดกิจกรรม

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3 - 5 คน โดยพยายามให้กลุ่มมีนักเรียนที่มีความสามารถและความสนใจคละกัน

2. ตกลงกติกาการเรียน เช่น ระเบียบในชั้นเรียน การทำกิจกรรม หัวข้อสำคัญที่ใช้ในการอภิปรายแต่ละครั้ง

3. ครูแจกเอกสารให้นักเรียนเป็นรายบุคคลแล้วเสนอสถานการณ์ตัวอย่างที่สอดคล้องกับเนื้อหาสำคัญในแต่ละบทเรียน

4. ให้เวลานักเรียนทำกิจกรรมตามขั้นตอนการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

5. เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว ครูและนักเรียนอภิปรายสรุปผลของแต่ละกิจกรรม

เวลาที่ใช้ 2 คาบ ๆ ละ 50 นาที

สถานที่ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หรือห้องเรียนทั่วไป

การประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจในการทำกิจกรรม และการร่วมอภิปราย

2. ตรวจสอบจากแบบบันทึกกระบวนการตัดสินใจในการหาคำตอบ การแก้ปัญหา หรือการอธิบายปรากฏการณ์ของแต่ละกิจกรรม

คำแนะนำสำหรับนักเรียน

กิจกรรมวิทยาศาสตร์ – เทคโนโลยี – สังคม

คำชี้แจง กิจกรรมนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางหนึ่งในการพิจารณาถึง สถานการณ์ ประเด็น เรื่องราว หรือ แนวความคิด จากกระแสความเป็นไปของสังคม โดยนักเรียนพิจารณาถึงวิธีการที่จะนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในการหาคำตอบ หรือแก้ปัญหาต่าง ๆ ในแวดวงของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามที่นักเรียนสนใจและพิจารณาแล้วว่ามีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของนักเรียน ครอบครัว ชุมชน ประเทศชาติ และ/หรือ สังคมโลก

กิจกรรม 1. ให้นักเรียนศึกษาและพิจารณาสถานการณ์ตัวอย่างจาก เอกสารหมายเลข 1 แล้วสรุปเป็นประเด็น เรื่องราว แนวความคิด และ/หรือ ปัญหาตามที่นักเรียนสนใจ

2. ให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาวิชาและปฏิบัติกิจกรรมการทดลองในแบบเรียน โดยพิจารณาใช้วิธีการหรือกระบวนการต่าง ๆ ตามที่นักเรียนเห็นสมควร แล้วสรุปเป็นความรู้หรือหลักการทั่วไป

3. ให้นักเรียนพิจารณาถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้รับจากแบบเรียนแล้วนำไปใช้เป็นแนวทางในการหาคำตอบ หรือแก้ปัญหาต่าง ๆ ตามที่นักเรียนได้สรุปไว้แล้วจากข้อ 1

4. ให้นักเรียนใช้กระบวนการตัดสินใจในการหาคำตอบ หรือวิธีแก้ปัญหาต่าง ๆ ตามแนวทางที่นักเรียนพิจารณาเลือกใช้แล้วเขียนสรุปลงใน เอกสารหมายเลข 2

คำอธิบาย 1. วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ เป็นความรู้บริสุทธิ์ เป็นหลักของความรู้ซึ่งนักเรียนเป็นผู้สรุปเองหรือมีผู้สรุปรวบรวมไว้แล้ว

2. เทคโนโลยี หมายถึง วิทยาศาสตร์ประยุกต์ เป็นการนำความรู้ หรือ หลักของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงความเป็นอยู่ของมนุษย์ให้ดีขึ้นในทุก ๆ ด้าน เทคโนโลยีอาจเป็นสิ่งประดิษฐ์ หรือ วิธีการที่ทำของเดิมให้ดีขึ้น

3. สังคม หมายถึง การดำรงอยู่ร่วมกันระหว่างสิ่งที่มีชีวิตกับสิ่งที่ไม่มีชีวิต หรือสิ่งแวดล้อม โดยเน้นถึงตัวนักเรียน ครอบครัว ชุมชน ประเทศชาติ และ/หรือ ประชากรโลก

เอกสารหมายเลข 1

สถานการณ์ตัวอย่าง

เอกสารผนวกเลข 1

สถานการณ์ตัวอย่าง

เอกสารหมายเลข 1

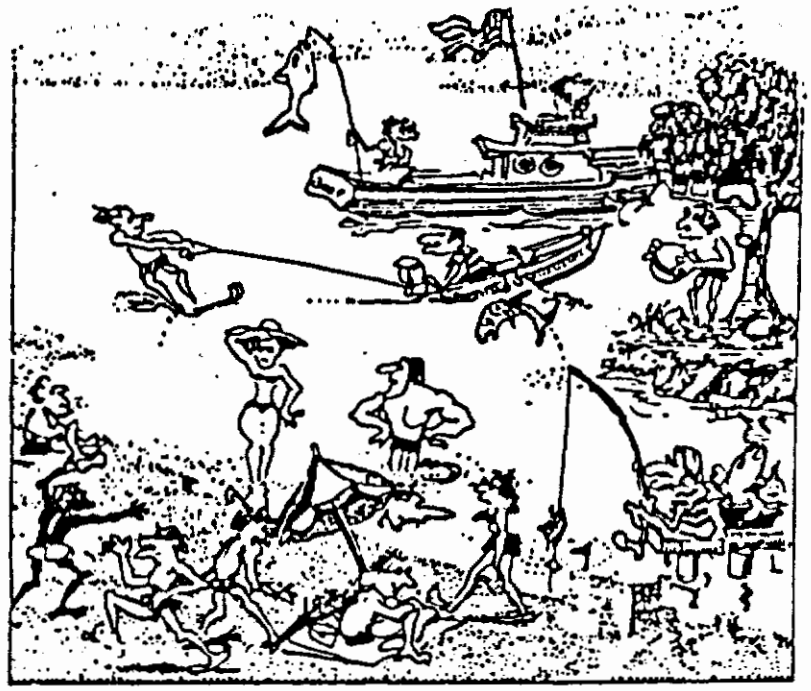
สถานการณ์ตัวอย่าง

เอกสารหมายเลข 1

สถานการณ์ตัวอย่าง

เอกสารหมายเลข 1

สถานการณ์ตัวอย่าง



"A"

"B"

เอกสารหมายเลข 2

กระบวนการตัดสินใจในการหาคำตอบหรือแก้ปัญหา

1. ปัญหาที่เกิดขึ้นได้แก่_____

_____

2. ปัญหาที่นักเรียนสนใจเกิดจาก_____

_____

3. ทางเลือกที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา (เลือกได้มากกว่า 1 ด้าน)

   3.1 ด้านการศึกษา_____

_____

   3.2 ด้านการเปลี่ยนพฤติกรรม_____

_____

   3.3 ด้านการออกกฎหมาย และ/หรือ ข้อบังคับ_____

_____

   3.4 ด้านการกำหนดเทคโนโลยีใหม่_____

_____

   3.5 ด้านการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์_____

_____

4. ทางเลือกที่เป็นไปได้ของบุคคล และ/หรือ สังคม_____

_____

_____

5. ทางเลือกที่นักเรียนจะนำไปใช้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม_____

_____

ภาคผนวก ค

แบบวัดทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 1

แบบวัดทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

<u>คำชี้แจง</u> : แบบวัดนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะวัดความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถ 3 ด้าน คือ

1. ความเข้าใจในการอ่านเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ
2. การออกแบบการทดลอง จำนวน 10 ข้อ
3. การลงข้อสรุปและสรุปเป็นหลักการโดยทั่วไป จำนวน 10 ข้อ

<u>วิธีตอบ</u> : ให้นักเรียนอ่านคำสั่งของแต่ละด้าน แล้วเขียนคำตอบลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้ โดยทำเครื่องหมาย ลงในช่อง ให้ตรงกับตัวอักษรของคำตอบที่เลือก

ด้านที่ 1. ความเข้าใจในการอ่านเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์

คำสั่ง : จงอ่านข้อความที่กำหนดให้เข้าใจแล้วตอบคำถาม โดยเลือกคำตอบที่นักเรียนคิดว่าถูกต้องที่สุด

คำชี้แจง ข้อความต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามข้อ 1 - 3

" ปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาที่ทั่วโลกกำลังให้ความสนใจเป็นอย่างมากในขณะนี้ โรงไฟฟ้าและโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้ถ่านหินและน้ำมันเชื้อเพลิงได้ปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงดังกล่าวที่ปล่อยออกมาทางปล่องควัน เมื่อก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลอยขึ้นไปถึงก้อนเมฆก็จะรวมตัวกับละอองน้ำเล็ก ๆ ในก้อนเมฆเป็นกรดซัลฟิวริกเจือจางจนเกิดเป็นฝนกรด ซึ่งกำลังเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ประเทศต่าง ๆ กำลังประสบอยู่ นักวิจัยในประเทศญี่ปุ่นได้วิจัยพบว่ากรดซัลฟิวริกที่ละลายปนอยู่ในน้ำฝนประมาณร้อยละ 70 มาจากโรงงานอุตสาหกรรม และร้อยละ 30 มาจากธรรมชาติ "

1. ฝนกรดมีลักษณะตามข้อใด ?

   ก. น้ำฝนที่ผสมกับกรดซัลฟิวริกเจือจางที่มีอยู่ในอากาศ

   ข. น้ำฝนที่ผสมกับกรดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอากาศ

   ค. น้ำฝนที่ละลายกับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอากาศ

   ง. น้ำฝนที่ละลายกับเชื้อเพลิงที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่หมด

2. ประเทศใดที่เผชิญปัญหาฝนกรดมากที่สุด ?

   ก. ประเทศที่มีโรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมาก

   ข. ประเทศที่มีการเกษตรนำหน้าอุตสาหกรรม

   ค. ประเทศที่มีเกษตรกรรมเป็นหลัก

   ง. ประเทศที่มีฝนตกชุก

3. การเกิดฝนกรดมีสาเหตุมาจากข้อใด ?

1. การตัดไม้ทำลายป่า 2. ธรรมชาติ

3. โรงงานอุตสาหกรรม 4. โรงงานถลุงแร่

ก. ข้อ 1 และ 2

ข. ข้อ 2 และ 3

ค. ข้อ 3 และ 4

ง. ข้อ 1 และ 4

<u>คำชี้แจง</u> ข้อความต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 4 - 5

" การฉายรังสีอาหารเป็นเทคโนโลยีนิวเคลียร์ที่นำพลังงานนิวเคลียร์มาใช้ให้เป็นประโยชน์ในการเก็บรักษาอาหารภายใต้การควบคุมตามหลักวิชา รังสีที่ใช้ คือ รังสีแกมมา ซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูง ความยาวคลื่นสั้นและมีอำนาจทะลุทะลวงสูง เมื่อฉายผ่านอาหารจะไม่มีรังสีใด ๆ ตกค้างอยู่ และจะไม่ทำให้อาหารนั้น ๆ กลายเป็นอาหารที่มีรังสีขึ้นมา รังสีที่ฉายผ่านอาหารจะทำลายเชื้อจุลินทรีย์อันเป็นตัวที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย หรือฆ่าแมลงที่ทำลายธัญพืช ทำลายหรือยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ซึ่งทำให้ผลไม้สุกจึงสามารถเก็บไว้ได้นานโดยไม่เน่าเปื่อย นอกจากนั้น อาหารสดที่ผ่านการฉายรังสีก็ยังมีความสดและสภาพของอาหารก็ไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม "

4. คุณสมบัติข้อใดของรังสีแกมมาที่ไม่ทำให้อาหารที่ได้รับการฉายรังสี เป็นอาหารที่มีรังสี ?

ก. มีความถี่สูง

ข. มีความยาวคลื่นสั้น

ค. เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ง. มีอำนาจทะลุทะลวงสูง

5. ข้อใดที่ไม่ใช่ผลจากการฉายรังสีอาหาร ?

ก. ทำลายแมลงศัตรูพืช

ข. ได้อาหารที่มีรสและกลิ่นใหม่

ค. อาหารที่ผ่านการฉายรังสีมีคุณค่าอาหารคงเดิม

ง. ทำให้ประชาชนได้บริโภคอาหารที่มีราคาถูกในช่วงฤดูที่ขาดแคลน

<u>คำชี้แจง</u> ข้อความต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามข้อ 6 - 7

" องค์ประกอบของดินมีพวกซิลิเกตของโลหะต่าง ๆ เช่น อลูมิเนียม เหล็ก หรือแคลเซียม นอกจากนี้ ยังมีพวกซิลิกาอิสระ เช่น ทราย นอกจากสารอนินทรีย์ ดังกล่าว ยังมีสารอินทรีย์ที่ส่วนใหญ่ได้จากพืชซึ่งรวมเรียกว่า " ฮิวมัส " เมื่อฝนแรกตกลงบนพื้นดินที่แห้งมาก หยดน้ำฝนจะกลายเป็นไออย่างรวดเร็ว ตอนกลายเป็นไอมันจะดึงเอาบางส่วนของฮิวมัสเหล่านี้ไปด้วยกระบวนการเดียวกันกับการกลั่นด้วยไอน้ำในทางเคมี นอกจากนี้ สารอนินทรีย์ที่ละเหยได้ง่ายบางตัวก็อาจจะมีปะปนขึ้นไปกับไอดินด้วย ถ้าความร้อนของกระบวนการกลายเป็นไอมากกว่าจุดเดือด "

6. ข้อความดังกล่าวมาแล้วนั้น อธิบายเกี่ยวกับเรื่องใด ?

ก. ฮิวมัสในดิน

ข. การเกิดกลิ่นไอดิน

ค. องค์ประกอบของดิน

ง. การละเหยของสารอนินทรีย์ในดิน

7. สารอนินทรีย์ในดินสามารถละเหยสู่อากาศได้ เพราะเหตุใด ?

ก. สารอนินทรีย์มีจุดเดือดต่ำ

ข. ดินมีอุณหภูมิเท่ากับจุดเดือดของน้ำ

ค. ปริมาณความร้อนของการกลายเป็นไอสูงกว่าปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำเดือด

ง. ปริมาณความร้อนของการกลายเป็นไอเท่ากับปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำเดือด

<u>คำชี้แจง</u> ข้อความต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามข้อ 8 - 9

" เมื่อพูดถึง "พลาสมา" บางคนอาจนึกว่า เป็นน้ำเลือดในทางการแพทย์หรือทางชีววิทยา แต่พลาสมาทางฟิสิกส์ หมายถึง สภาวะของกลุ่มก๊าซที่แตกตัวเป็นไอออนสามารถนำไฟฟ้าได้ และเป็นสถานะที่สี่ของสสาร นอกเหนือจากสถานะทั้ง 3 ของสสาร ได้แก่ ของแข็ง ของเหลว และ ก๊าซ การที่กลุ่มก๊าซหรือไอของโลหะที่แตกตัวเป็นไอออนนี้ จะต้องใช้พลังงานไฟฟ้าสูงมากจนอิเล็กตรอนในก๊าซหรือไอของโลหะมีพลังงานสูงพอที่จะหลุดออกจากอะตอมกลายเป็นไอออน เรียกพลังงานที่น้อยที่สุดที่ทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอมในสถานะก๊าซว่า พลังงานไอออนไนเซชัน "

8. สมบัติใดของพลาสมาที่เหมือนกับทองแดง ?

ก. นำไฟฟ้าได้

ข. เป็นโลหะเหมือนกัน

ค. เป็นไอออนเหมือนกัน

ง. มีพลังงานไอออนไนเซชันเท่ากัน

9. สถานะเดิมของพลาสมา คือ สถานะใด ?

ก. ก๊าซ ข. ของแข็ง

ค. ของเหลว ง. ของเหลวกึ่งโลหะ

<u>คำชี้แจง</u> ข้อความต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 10

" น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในวงการอุตสาหกรรม คือ น้ำมันเตา น้ำมันเครื่อง น้ำมันดีเซลและน้ำมันเบนซิน ซึ่งน้ำมันเหล่านี้มีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำ เมื่อผสมกับน้ำจึงลอยอยู่เหนือน้ำ และน้ำมันเหล่านี้ก็มีสมบัติอื่น ๆ ที่แตกต่างกัน เช่น ความง่วงจำเพาะ ความหนืด อัตราการระเหยและจุดติดไฟ เช่น น้ำมันเบนซินมีจุดติดไฟต่ำกว่า 40 c ซึ่งต่ำกว่าน้ำมันเตาและน้ำมันเครื่อง ขณะเดียวกันก็ระเหยได้ดีกว่า ดังนั้น น้ำมันเบนซินจึงมีปัญหาทางด้านการป้องกันอัคคีภัยสูงกว่า "

10. สมบัติใดของน้ำมันเบนซินที่ทำให้เกิดปัญหาทางด้านความปลอดภัยจากอัคคีภัยสูงกว่าน้ำมันชนิดอื่น ?

ก. ความหนืด

ข. ความหนาแน่น

ค. อัตราการระเหย

ง. อุณหภูมิที่จุดติดไฟ

<u>ด้านที่ 2 การออกแบบการทดลอง</u>

11. นายแดงต้องการพิสูจน์ว่า ปุ๋ยตรามงกุฎจะทำให้ต้นพริกออกผลดกจริงตามคำโฆษณาหรือไม่ เขาจึงดำเนินการทดลอง ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำดินชนิดเดียวกัน จำนวนเท่า ๆ กันใส่ลงในกระถางที่เหมือนกัน 6 ใบ

ขั้นที่ 2 คัดเลือกต้นพริกพันธุ์เดียวกันที่ยังไม่ออกผล ซึ่งมีลักษณะและความสมบูรณ์เหมือนกันทุกประการ ปลูกลงในกระถางละ 1 ต้น

ขั้นที่ 3 นับจำนวนใบ วัดเส้นรอบต้น และส่วนสูงของต้นพริกทุกกระถาง

ขั้นที่ 4 แบ่งกระถางที่ใส่ต้นพริกมา 3 ใบ แล้วใส่ปุ๋ยตรามงกุฎลงไปในปริมาณที่เท่า ๆ กัน

ขั้นที่ 5 วางกระถางทั้งหมดไว้ในบริเวณเดียวกันที่มีแสงแดดส่องอย่างทั่วถึง

ขั้นที่ 6 รดน้ำต้นพริกทุกกระถางด้วยปริมาณที่เท่ากันทุกวัน

ขั้นที่ 7 นับจำนวนผลของพริกที่เกิดขึ้นทุก 1 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

ขั้นตอนใดที่ <u>ไม่จำเป็นต้องทำก็ได้ หรือไม่จำเป็นต้องควบคุม</u> โดยจะไม่มีผลกระทบต่อการทดลองนี้ ?

ก. ขั้นที่ 2

ข. ขั้นที่ 3

ค. ขั้นที่ 5

ง. ขั้นที่ 6

12. ในการทดลอง เพื่อพิสูจน์ว่า อัลกอฮอล์ระเหยได้ดีกว่าน้ำมันพืชต้องใช้อุปกรณ์ในข้อใด ?

ก. ถาดขนาดต่าง ๆ กระบอกตวง นาฬิกา

ข. ถาดขนาดเท่ากัน กระบอกตวง นาฬิกา

ค. ถาดขนาดเท่ากันซึ่งทำจากวัสดุชนิดเดียวกัน นาฬิกา

ง. ถาดขนาดเท่ากันซึ่งทำจากวัสดุชนิดเดียวกัน กระบอกตวง นาฬิกา

13. ถ้านักเรียนต้องการทราบว่า ค่า pH ของดินที่เหมาะสมกับการปลูกผักบุ้งควรเป็นเท่าใด ต้องใช้อุปกรณ์ในข้อใด ?

ก. ผักบุ้ง ปุ๋ย

ข. ผักบุ้ง ดินที่มีค่า pH สูงและต่ำ น้ำ

ค. ผักบุ้ง กระถาง ดินที่มีค่า pH ต่าง ๆ กัน น้ำ

ง. ผักบุ้ง กระถาง ดินที่มีค่า pH เท่า ๆ กัน น้ำ

14. ถ้านักเรียนต้องการศึกษาว่า สาร A ซึ่งเป็นของเหลวใสไม่มีสีชนิดหนึ่งเป็นสารบริสุทธิ์หรือสารละลาย นักเรียนจะมีวิธีทดสอบอย่างไร ?

    ก. นำของเหลว A ไปกรองด้วยกระดาษเซลโลเฟน

    ข. นำของเหลว A จำนวน 5 cm^3 ใส่หลอดทดลอง แล้วนำไปเคี่ยวให้แห้ง

    ค. นำของเหลว A จำนวน 50 cm^3 แล้วนำไปต้มให้เดือด วัดอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงตั้งแต่เริ่มให้ความร้อนทุก ๆ 30 วินาที

    ง. นำของเหลว A ไปทดสอบหาความเป็นกรด-เบสด้วยกระดาษลิตมัส การนำไฟฟ้า แล้วนำไปต้มให้เดือด วัดอุณหภูมิขณะเดือด

15. ในการทดลองเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลง และสมบัติต่าง ๆ ของสาร หรือการใช้ข้อมูลจากตารางแสดงค่าคงที่ต่าง ๆ ผู้ทดลองจะต้องกำหนดอุณหภูมิและความดันตามข้อใด ?

    ก. อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และความดัน 1 บรรยากาศ

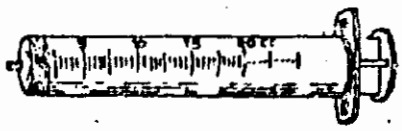
    ข. อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความดัน 1 บรรยากาศ

    ค. อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และความดัน 1 บรรยากาศ

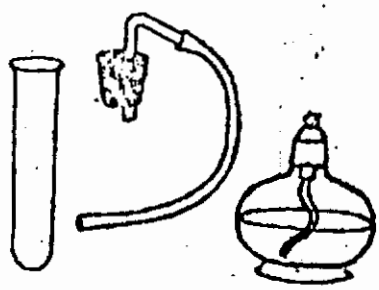
    ง. อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส และความดัน 1 บรรยากาศ

<u>คำชี้แจง</u> จากตัวเลือกต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 16 - 18

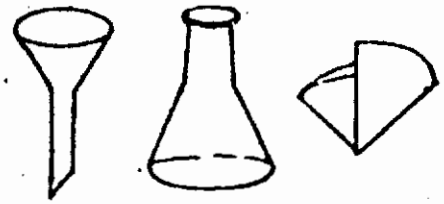
ก.



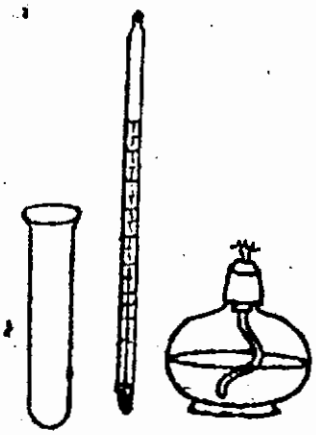
ข.



ค.



ง.



ในการทดลองต่อไปนี้ จะต้องใช้เครื่องมือใดในข้อ ก - ง จึงจะสะดวกและง่ายที่สุด ?

16. ต้องการแยกของแข็งที่ไม่ละลายในของเหลวออกจากของเหลว

17. ต้องการตรวจสอบว่าของเหลวชนิดหนึ่งเป็นอัลกอฮอล์หรือน้ำ

18. ต้องการแยกของผสมที่ประกอบด้วยของเหลว 2 ชนิด ที่ไม่ละลายซึ่งกันและกันออกจากกัน

19. จากการศึกษาการการเปลี่ยนแปลงของสาร A, B, และ C ซึ่งเป็นสารละลายใสไม่มีสี ส่วนสาร D เป็นของแข็งสีดำ โดยทำการทดลองได้ผล ดังนี้

ครั้งที่ 1 ผสมสารละลาย A กับ B เข้าด้วยกัน จะเกิดตะกอนสีขาว และสารละลายใสไม่มีสี

ครั้งที่ 2 เทสารละลาย C ลงในบีกเกอร์ที่มีสาร D จะเกิดฟองก๊าซที่มีกลิ่นฉุน

ครั้งที่ 3 ผสมสารละลาย A กับ C จะได้สารละลายใสสีชมพู

ครั้งที่ 4 ผสมสารละลาย B กับ C ทิ้งไว้สักครู่หนึ่ง สังเกตไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง

จากการทดลองนี้ ถ้าต้องการศึกษาว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นหรือไม่ จะต้องทำการทดลองในเรื่องใดเพิ่มเติมอีกจึงจะได้ข้อมูลที่สมบูรณ์มากขึ้น

ก. การนำไฟฟ้า

ข. ความเป็นกรด-เบส

ค. อุณหภูมิก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลง

ง. มวลของสารก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลง

20. ในการทดลองเพื่อตรวจสอบว่า ของเหลวสีฟ้าชนิดหนึ่งประกอบด้วย คอลลอยด์ และสารละลาย หรือไม่ โดยทำการทดลองตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำของเหลวไปกรองด้วยกระดาษกรอง

ขั้นที่ 2 นำของเหลวที่ได้ไปฉายด้วยลำแสงสังเกตปรากฏการณ์ทินดอล

ขั้นที่ 3 นำของเหลวใส่ถุงกระดาษเซลโลเฟนมูกเชือกแขวนไว้ในบีกเกอร์ของเหลวหยดลงมา

ขั้นที่ 4 นำของเหลวที่ได้ประเหยให้แห้งสังเกตหาของแข็งที่เหลืออยู่

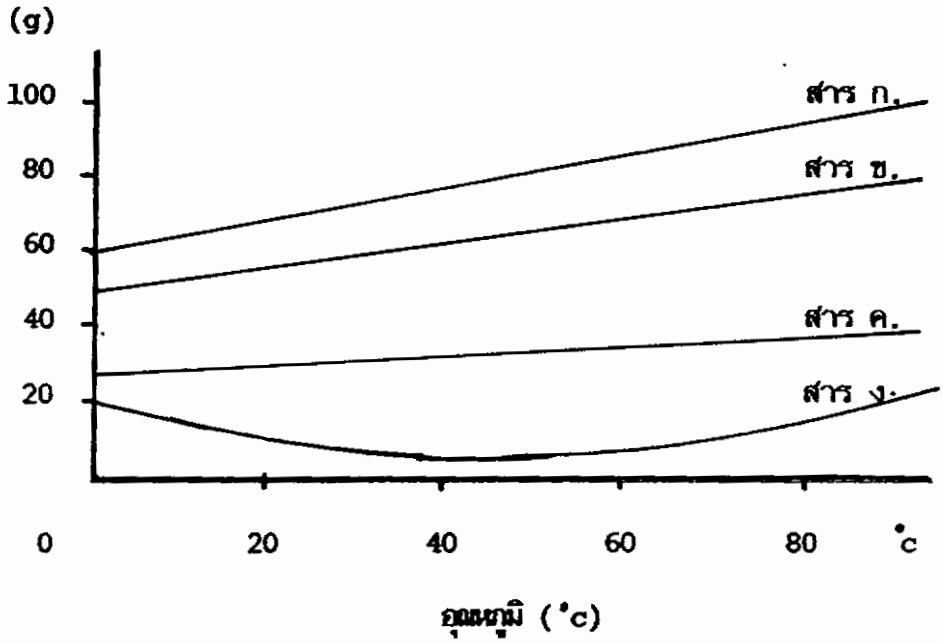
การทดลองดังกล่าว มีขั้นตอนใดที่ไม่จำเป็นต้องทำการทดลองก็ได้คำตอบตามต้องการ ?

ก. ขั้นที่ 1 ข. ขั้นที่ 2

ค. ขั้นที่ 3 ง. ขั้นที่ 4

ด้านที่ 3 การลงข้อสรุปและสรุปเป็นหลักการโดยทั่วไป

21. สภาพละลายได้(g/น้ำ 100 กรัม)ของสารบางชนิด ณ อุณหภูมิต่าง ๆ เขียนเป็นกราฟได้ดังนี้



จากกราฟ นักเรียนจะได้ข้อสรุปตามข้อใด ?

ก. สารทุกชนิดละลายน้ำได้ดี เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

ข. สารบางชนิดละลายน้ำได้ดี เมื่ออุณหภูมิลดลง

ค. สารทุกชนิดละลายน้ำได้น้อยลง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

ง. อุณหภูมิไม่เกี่ยวข้องกับกับสภาพละลายได้ของสาร

22. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำกลั่นและเอทานอลในน้ำ(ความดัน 1 บรรยากาศ) มีดังนี้

สาร	อุณหภูมิ (°c) ณ วินาที										
	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
น้ำกลั่น	32	55	74	86	99	100	100	100	100	100	100
เอทานอลในน้ำ	34	52	70	85	86	87	88	92	95	97	100

จากข้อมูลในตารางนักเรียนจะสรุปได้ตามข้อใด ?

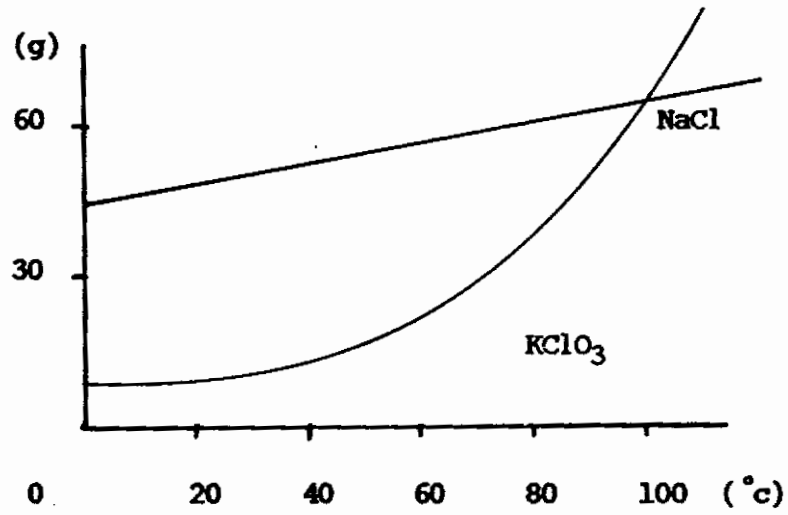
ก. เอทานอลในน้ำจะมีจุดเดือดต่ำกว่าน้ำกลั่น

ข. อุณหภูมิของน้ำกลั่นและเอทานอลในน้ำจะสูงขึ้นในอัตราที่เท่ากัน

ค. น้ำกลั่นและเอทานอลในน้ำต่างก็มีจุดเดือดเท่ากับ 100 องศาเซลเซียส

ง. อุณหภูมิขณะเดือดของน้ำกลั่นจะคงที่ ส่วนอุณหภูมิของเอทานอลในน้ำไม่คงที่

23. จากกราฟแสดงการละลาย(กรัม/น้ำ 100 กรัม) ของ NaCl และ $KClO_3$ มีดังนี้



ข้อสรุปต่อไปนี้ข้อใด <u>ถูกต้อง</u> ?

ก. $KClO_3$ ละลายได้ดีกว่า NaCl ในน้ำเดือด

ข. NaCl ละลายได้ดีเท่ากับ $KClO_3$ ที่ 80 °c

ค. $KClO_3$ ละลายได้ดีกว่า NaCl ที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 °c

ง. NaCl ละลายได้น้อยกว่า $KClO_3$ ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 °c

24. เมื่อนำสารสีน้ำเงินชนิดหนึ่งมาแยกองค์ประกอบด้วยวิธีโครมาโทกราฟี โดยใช้น้ำเกลือเป็นตัวทำละลาย ซึ่งเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 10 เซ็นติเมตร ได้ผลการทดลองดังนี้

ส่วนประกอบที่แยกได้	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่
1	8
2	7
3	5

ข้อสรุปใดถูกต้องที่สุด ?

ก. ส่วนประกอบที่ 3 ถูกดูดซับน้อย

ข. ค่า R_f ของส่วนประกอบที่ 3 = 0.5

ค. สารสีน้ำเงินไม่บริสุทธิ์มีองค์ประกอบ 3 ชนิด

ง. ถ้าใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย ส่วนประกอบที่ 2 จะเคลื่อนที่ได้ไกลที่สุด

25. ของเหลวใสไม่มีสี 3 ชนิด คือ X, Y และ Z เมื่อนำสาร X ผสมกับสาร Y จะเกิดสารสีเหลือง แต่ถ้านำสาร X ผสมกับสาร Z จะไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง แล้วนำสาร Y มาผสมกับกับสาร Z ปรากฏว่า ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง ข้อสรุปของสาร X, Y และ Z ควรเป็นข้อใด ?

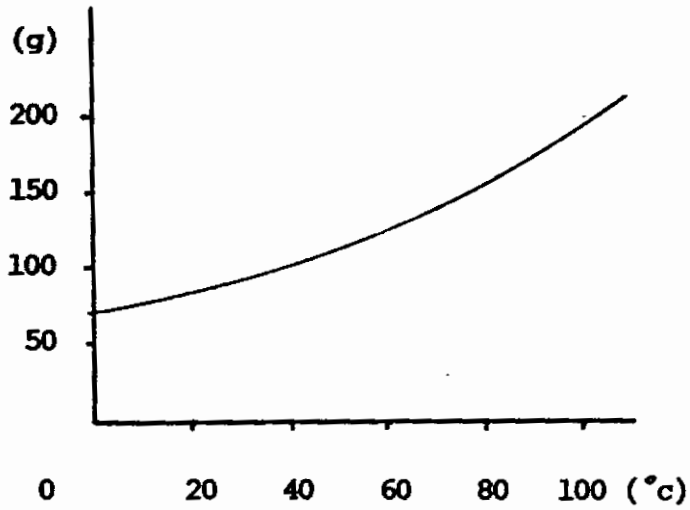
ก. X, Y และ Z เป็นสารต่างชนิดกัน

ข. X, Y และ Z เป็นสารชนิดเดียวกัน

ค. X และ Z เป็นสารชนิดเดียวกัน แต่ X และ Y เป็นสารต่างชนิดกัน

ง. Y และ Z เป็นสารชนิดเดียวกัน แต่ X และ Y เป็นสารต่างชนิดกัน

26. จากกราฟแสดงการละลายของโซเดียมไนเตรตในน้ำ (กรัม/น้ำ 100 กรัม) มีดังนี้



ข้อความต่อไปนี้ ข้อใด ไม่ถูกต้อง ?

ก. การละลายของโซเดียมไนเตรตเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ

ข. เมื่อละลายโซเดียมไนเตรตในน้ำ อุณหภูมิของน้ำจะลดลง

ค. เมื่อละลายโซเดียมไนเตรตในน้ำ อุณหภูมิของน้ำจะเพิ่มขึ้น

ง. โซเดียมไนเตรตยังละลายได้ในน้ำที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส

27. จากตารางแสดงการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบ 3 ชนิด เมื่อเผาให้ร้อนจัด มีดังนี้

สมบัติของสารก่อนเผา	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้หลังเผา
สาร A เป็นของแข็งสีส้ม	เป็นของแข็งสีเทาเงิน และมีก๊าซที่ช่วยให้ไฟติด
สาร B เป็นของแข็งสีเทา	เป็นผงสีขาว และมีก๊าซที่ทำให้น้ำปูนใสขุ่น
สาร C เป็นของแข็งสีแดง	มีก๊าซเกิดขึ้น สารที่เหลืออยู่เป็นของเหลวสีเทาเงิน

จากข้อมูลในตาราง นักเรียนจะสรุปได้ตามข้อใด ?

ก. การเปลี่ยนแปลงข้างต้นเป็นการคายความร้อน

ข. การเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดจากการให้ความร้อนเท่านั้น

ค. สารประกอบเมื่อสลายตัวแล้วจะได้ธาตุ และ/หรือ สารประกอบ

ง. สารประกอบเมื่อสลายตัวแล้วจะมีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลว และ ก๊าซ

28. ตารางแสดงปริมาณสารในสารละลายตัวอย่าง มีดังนี้

สารละลาย	องค์ประกอบ	ปริมาณ (%)	ตัวทำละลาย
1. อัลกอฮอล์ฆ่าเชื้อโรค	เอทานอล(C_2H_5OH)	70	เอทานอล
	น้ำ	30	
2. ทอง	ทองคำ	45	ทองแดง
	ทองแดง	55	
3. ก๊าซหุงต้ม	ก๊าซโพรเพน (C_3H_8)	70	ก๊าซโพรเพน
	ก๊าซบิวเทน (C_4H_{10})	29	
	อื่น ๆ	1	

จากข้อมูลตามตารางนักเรียนจะสรุปเป็นหลักการโดยทั่วไปได้ตามข้อใด ?

ก. สารที่เป็นตัวทำละลายพิจารณาได้จากปริมาณหรือสถานะของสารละลาย

ข. สารละลายมีทั้งที่เป็นของแข็ง ของเหลว และก๊าซ

ค. ตัวถูกละลายจะมีสถานะเหมือนกับสารละลาย

ง. ตัวทำละลายเป็นสารที่มีปริมาณน้อยที่สุด

29. จากตารางแสดงสภาพละลายได้ของสารบางชนิด ณ อุณหภูมิต่าง ๆ

สาร	สูตร	สภาพละลายได้เป็นกรัมในน้ำ 100 กรัม ณ อุณหภูมิต่าง ๆ (°c)			
		0	20	60	100
โซเดียมคลอไรด์	NaCl	35.7	36.0	37.3	39.8
โพแทสเซียมไอโอไดด์	KI	127.5	144.0	176.o	208.0
โพแทสเซียมไนเตรต	KNO_3	13.3	31.6	110.0	246.0
แคลเซียมโครเมต	$CaCrO_4$	13.0	10.4	6.1	3.2

จากข้อมูลในตารางนักเรียนจะสรุปเป็นหลักการโดยทั่วไปได้ตามข้อใด ?

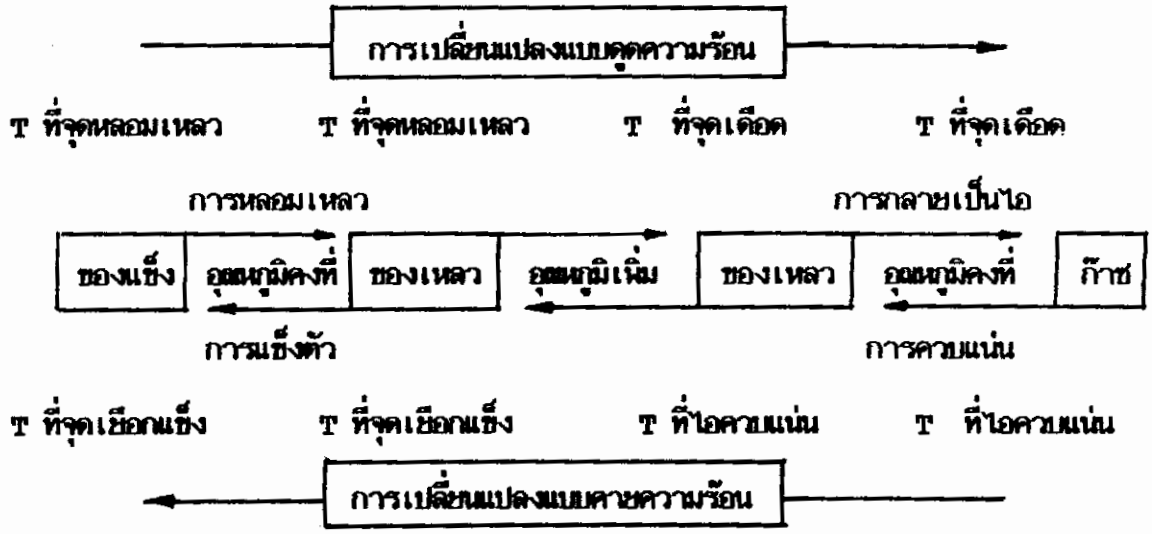
ก. สารละลายยิ่งตัวจะตกผลึกได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ

ข. สารที่มีสภาพละลายได้ต่างกันมากสามารถตกผลึกแยกออกจากกันได้

ค. สารที่มีสภาพละลายได้ในตัวเดียวกันมากสามารถตกผลึกแยกออกจากกันได้

ง. การตกผลึกของสารจะเกิดขึ้นเมื่อมีปริมาณของสารน้อยกว่าสภาพละลายได้

30. จากแผนภูมิแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร มีดังนี้



นักเรียนจะสรุปเป็นหลักการทั่วไปได้ตามข้อใด ?

ก. จุดเยือกแข็งและจุดหลอมเหลวมีอุณหภูมิไม่เท่ากัน

ข. การเดือดและการเยือกแข็งเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบดูดพลังงาน

ค. การเปลี่ยนสถานะของสารจะทำให้อุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

ง. การเปลี่ยนสถานะของสารพลังงานจะเปลี่ยนแปลงไปจำนวนหนึ่ง แต่อุณหภูมิของสารจะคงที่

(ต่อตอนที่ 2)

ภาคผนวก ง

แบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2

แบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง : แบบวัดนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนว่า มีความเข้าใจมากน้อยเพียงใดในองค์ประกอบ 6 ด้าน คือ

1. การนำไปใช้อย่างมีคุณธรรม	จำนวน	3 ข้อ
2. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	จำนวน	3 ข้อ
3. การพัฒนาการของความรู้	จำนวน	3 ข้อ
4. การใช้ข้อความที่รัดกุม	จำนวน	3 ข้อ
5. การตรวจสอบได้	จำนวน	3 ข้อ
6. การเป็นสหวิชา	จำนวน	3 ข้อ
รวม		18 ข้อ

วิธีตอบ 1. ให้นักเรียนอ่านข้อความแต่ละข้ออย่างถี่ถ้วน

2. ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✕ ลงในช่อง ☐ ที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุดเพียงช่องเดียว ลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้

3. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ใส่เครื่องหมาย ⫻ ทับเครื่องหมายเดิม แล้วทำเครื่องหมาย ✕ ลงในช่องที่ต้องการใหม่

4. นักเรียนต้องทำให้ครบทุกข้อ โดยตรวจทานให้เรียบร้อยก่อนที่จะนำส่งครู

คำสั่ง : ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อความต่อไปนี้

คำชี้แจง : ข้อความต่อไปนี้ใช้อ่านประกอบเพื่อแสดงความคิดเห็น ในข้อ 1 - 3

" นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบความรู้ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์มากมาย เช่น ความรู้เกี่ยวกับเชื้อโรคที่เป็นสาเหตุของโรคต่าง ๆ ความรู้เกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์ และในขณะเดียวกันมีบุคคลบางกลุ่มนำความรู้เหล่านี้ไปใช้สร้างอาวุธเชื้อโรคและระเบิดนิวเคลียร์เพื่อใช้ในสงคราม "

1. เราสามารถตัดสินได้ว่า การนำความรู้เกี่ยวกับเชื้อโรคไปสร้างอาวุธเชื้อโรคนั้น เป็นสิ่งที่ไม่ดีหรือดีได้
2. ความรู้เกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์มีทั้งส่วนดีและไม่ดี
3. ถ้าผลิตระเบิดนิวเคลียร์เพื่อใช้ในสงครามถูกตัดสินว่าเป็นสิ่งที่ไม่ดี ดังนั้น ความรู้เกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์ก็เป็นสิ่งที่ไม่ดีด้วย

คำชี้แจง : ข้อความต่อไปนี้ใช้อ่านประกอบเพื่อแสดงความคิดเห็นในข้อ 4 - 5

" วิลเบอร์ และเออวิล ไรท์ มีความสนใจในเรื่องการบิน เขาได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการร่อนและการบิน จนได้ทดลองสร้างเครื่องร่อนพร้อมทั้งปรับปรุงให้ดีขึ้นจนกลายเป็นเครื่องบิน "

4. การที่พี่น้องตระกูลไรท์ได้ศึกษาและค้นพบความรู้เกี่ยวกับเรื่องของการบินจนสามารถสร้างเป็นเครื่องบินได้ แสดงว่า เขาต้องมีความคิดแปลกใหม่แตกต่างไปจากคนอื่น ๆ ที่เคยศึกษาเรื่องที่คล้าย ๆ กัน
5. การประดิษฐ์เครื่องบินของพี่น้องตระกูลไรท์อาศัยการทำตามทฤษฎีต่าง ๆ เท่านั้น
6. บุคคลทั่วไปสามารถคิดสร้างสิ่งที่แปลกใหม่ได้โดยไม่ต้องอาศัยความรู้และข้อมูลที่มีผู้ค้นพบไว้แล้ว

คำชี้แจง : ข้อความต่อไปนี้ใช้อ่านประกอบเพื่อแสดงความคิดเห็นในข้อ 7 - 8

" พลาสติกในยุคแรก ๆ ทนต่อความร้อนได้ประมาณ 100 องศาเซลเซียส แตกง่าย แต่พลาสติกรุ่นใหม่สามารถทนความร้อนได้ถึง 360 องศาเซลเซียส รับแรงกระแทกได้โดยไม่แตกง่าย"

7. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันสามารถเปลี่ยนแปลง เมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลเพิ่มเติม
8. ความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ ได้ศึกษาค้นคว้ามาแล้ว เช่น ความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของพลาสติก ความรู้เกี่ยวกับผลของการใช้ยาไม่สามารถศึกษาเพิ่มเติมเพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้
9. ทฤษฎี และหลักการทางฟิสิกส์ เคมี และ ชีววิทยา เมื่อมีการศึกษา ค้นคว้า วิจัย ทดลอง จนสามารถอธิบายว่า " สิ่งมีชีวิตเกิดมาจากสิ่งไม่มีชีวิต " ได้
10. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวที่กล่าวกันอย่างกว้าง ๆ
11. ทฤษฎีที่อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น ทฤษฎีของเซลล์ที่กล่าวว่า สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องประกอบด้วยเซลล์ จัดเป็นข้อความที่ไม่สลับซับซ้อน
12. ทฤษฎีต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์กล่าวไว้ด้วยข้อความที่ยุ่งยากสลับซับซ้อน
13. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องเฉพาะเจาะจงในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

คำชี้แจง : ข้อความต่อไปนี้ใช้อ่านประกอบเพื่อแสดงความคิดเห็นในข้อ 14 - 15

" เหล็กกล้ามีความยืดหยุ่นมากกว่ายาง "

14. การที่เราจะยอมรับว่า เหล็กกล้ามีความยืดหยุ่นมากกว่ายาง เพราะ มีผลการทดลองที่ได้จากการทดลองแบบเดียวกัน ภายใต้เงื่อนไขเหมือนกันมาสนับสนุน
15. การทดลองที่แสดงว่า เหล็กกล้ายืดหยุ่นมากกว่ายางสามารถทำซ้ำได้หลาย ๆ ครั้ง และจะได้ข้อสรุปเหมือนเดิม

16. ความรู้เกี่ยวกับพืช และสัตว์ ความรู้เกี่ยวกับ ดิน หิน แร่ และความรู้เกี่ยวกับพลังงาน มีความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กัน
17. ทฤษฎีและหลักการเกี่ยวกับพลังงานแสง เสียง และความร้อน ไม่สามารถอธิบาย เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต หรือ การเปลี่ยนแปลงของโลหะและสารต่าง ๆ
18. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ภาษาศาสตร์ สังคมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และ จิตวิทยา ไม่มีความเกี่ยวข้องกัน

ภาคผนวก จ

แบบวัดความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

ตอนที่ 3

แบบวัดความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่าง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

<u>คำชี้แจง</u> : แบบวัดนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมโดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่าวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยีและจะส่งผลกระทบต่อสังคมมากน้อยเพียงใด

<u>วิธีตอบ</u> 1. ให้นักเรียนอ่านข้อความแต่ละข้อแล้วพิจารณาอย่างถี่ถ้วน

2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✕ ลงในช่อง ☐ ที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุดเพียงช่องเดียวลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้

3. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ใส่เครื่องหมาย ⫻ ทับเครื่องหมายเดิม แล้วทำเครื่องหมาย ✕ ลงในช่องที่ต้องการใหม่

4. นักเรียนต้อง<u>ทำให้ครบทุกข้อ</u> แล้วตรวจทานให้เรียบร้อยก่อนที่จะนำส่งครู

คำสั่ง : ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วพิจารณาว่าตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากน้อยเพียงใด

1. เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์สมัยใหม่ที่อาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง
2. เครื่องคอมพิวเตอร์มีบทบาทอย่างมากในสังคมปัจจุบัน เช่น วงการธุรกิจ วงการแพทย์ วงการศึกษา และวงการนักวิทยาศาสตร์
3. การสร้างเขื่อนต้องอาศัยความรู้เรื่องแรงดันของน้ำควบคู่กับการใช้เครื่องจักรกลใหญ่ ๆ
4. การสร้างเขื่อนไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
5. ต้นไม้ในป่าถูกทำลายอย่างรวดเร็วเป็นผลมาจากการมีเครื่องมือใหม่ ๆ เช่น เลื่อยยนต์
6. รถยนต์เป็นผลิตผลจากการประดิษฐ์และคิดค้น ทดลองที่ทำให้มนุษย์ได้รับความสะดวกในการเดินทาง
7. ถนนตามเมืองหลวงควรปลูกต้นไม้ไว้ริมถนนเพื่อช่วยลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากรถยนต์
8. ปริมาณรถยนต์ที่เพิ่มขึ้นในท้องถนนไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน
9. การผสมเทียมปลาต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยเพิ่มผลผลิตแก่เกษตรกร
10. พันธุวิศวกรรมเป็นเทคนิควิธีการใหม่ในการปรับปรุงลักษณะของสิ่งมีชีวิต ที่ต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์
11. ปัจจุบันเกษตรกรไทยใช้วิธีใหม่ ๆ ช่วยในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร เช่น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การถ่ายฝากตัวอ่อน
12. ถ้าเกษตรกรไทยมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์และใช้เทคนิควิธีการ เครื่องมือใหม่ ๆ ควบคู่กันไปในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร จะสามารถทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น

13. การใช้อุปกรณ์จับปลาที่ทันสมัยไม่มีผลกระทบต่อการสูญพันธุ์ของสัตว์น้ำบางชนิด
14. แม้ว่าขณะนี้มีโรงงานอุตสาหกรรมที่มีเครื่องจักรกลขนาดใหญ่ และอุปกรณ์ที่ทันสมัยเพิ่มมากขึ้นในเมืองหลวง แต่ก็ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในเมือง
15. เครื่องฉายรังสีเป็นเครื่องมือทางการแพทย์ที่ใช้ในการวินิจฉัยโรคและรักษาโรค ดังนั้นผู้ป่วยที่จำเป็นต้องฉายรังสีเป็นประจำสามารถรับบริการฉายรังสีได้อย่างสม่ำเสมอ
16. การค้นพบรังสีเอกซ์ของนักวิทยาศาสตร์เป็นประโยชน์มากทางการแพทย์ และนำไปสู่ความก้าวหน้าในการประดิษฐ์อุปกรณ์การแพทย์ที่ทันสมัย
17. น้ำเสีย อากาศเป็นพิษ โรคภูมิแพ้ การขาดจริยธรรมของคนในสังคม ส่วนมากเป็นผลมาจากความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์
18. อุณหภูมิของโลกที่เพิ่มขึ้นทุกปี ไม่ใช่ผลของความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์
19. การศึกษา ค้นคว้าเกี่ยวกับอวกาศมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ
20. เตารีด ตู้เย็น โทรทัศน์ ตู้ ATM สิ่งเหล่านี้ ไม่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน
21. ความรู้เรื่องความร้อน เสียง แสง เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของทุกคน
22. การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลทำให้วัฒนธรรมเปลี่ยนแปลงไป
23. การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคนิควิธีการใหม่ ๆ มาใช้เพื่อผลิตสินค้าทางอุตสาหกรรมได้เอง เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์อิเล็กทรอนิค อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถเพิ่มปริมาณสินค้าส่งขายต่างประเทศได้
24. การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคนิควิธีการใหม่ ๆ เพื่อเพิ่มปริมาณสินค้าส่งออก ทำให้ประเทศมีรายได้เพิ่มขึ้น
25. ประเทศสหรัฐอเมริกามีความเจริญก้าวหน้าในทุกด้าน เป็นผลมาจากการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับการใช้เทคนิควิธีการใหม่ ๆ มาใช้พัฒนากิจการต่าง ๆ ในประเทศ

26. การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคนิควิธีการที่ทันสมัยมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ในประเทศ เช่น วงการแพทย์ วงการอุตสาหกรรม สามารถทำให้ประเทศของเราพึ่งตนเองได้
27. การใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ในการเกษตรมีส่วนทำให้ดินเสีย
28. การเพิ่มปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรไม่มีผลต่อผู้บริโภค
29. การค้นคว้าทดลองทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการใหม่ ๆ อุปกรณ์ที่ทันสมัยในวงการแพทย์สามารถรักษาโรคเอดส์ได้ในอนาคต
30. เราสามารถนำระเบิดนิวเคลียร์ไปใช้ในการทำให้เกิดหลุมขนาดใหญ่สำหรับทำอ่างเก็บน้ำได้ โดยไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อสภาวะแวดล้อมได้

??????????????????????

กระดาษคำตอบ ตอนที่ 1

ทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ.....นามสกุล.....เพศ ○ ชาย ○ หญิง

โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

คำสั่ง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย X ลงใน ☐ ให้ตรงกับตัวอักษรของคำตอบที่ต้องการ.

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				

ข้อ	ก	ข	ค	ง
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
21.				
22.				
23.				
24.				
25.				
26.				
27.				
28.				
29.				
30.				

กระดาษคำตอบตอนที่ 2

ความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

วิธีตอบ ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงใน ☐ ให้ตรงกับตัวเลือกที่ต้องการ

ความหมายของตัวเลข มีดังนี้

1 = ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2 = ไม่เห็นด้วย
3 = ไม่แน่ใจ
4 = เห็นด้วย
5 = เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ข้อ	1	2	3	4	5
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					

ข้อ	1	2	3	4	5
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					
16.					
17.					
18.					

กระดาษคำตอบ ตอนที่ 3

ความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

ข้อ	1	2	3	4	5
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					

ข้อ	1	2	3	4	5
16.					
17.					
18.					
19.					
20.					
21.					
22.					
23.					
24.					
25.					
26.					
27.					
28.					
29.					
30.					

ภาคผนวก ฉ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง 8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง

	ความเข้าใจในการอ่านเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์		การออกแบบการทดลอง		การลงข้อสรุปและสรุปเป็นหลักการโดยทั่วไป		คะแนนรวม	
นักเรียน	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุมทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
2	6	7	7	9	6	6	19	22
3	6	6	4	9	8	6	18	21
4	5	6	7	7	6	7	18	20
5	6	7	8	8	4	5	18	20
6	6	5	9	9	2	6	17	20
7	7	7	5	7	5	6	17	20
8	6	7	9	7	2	5	17	19
9	5	6	6	6	6	7	17	19
10	6	6	5	7	5	6	16	19
11	5	5	7	8	4	6	16	19
12	4	6	7	8	4	5	15	19
13	4	6	7	7	4	6	15	19
14	5	6	5	8	5	4	15	18
15	5	6	5	8	5	4	15	18
16	5	8	6	6	4	4	15	18
17	4	5	5	6	5	7	14	18
18	7	6	4	7	3	4	14	17
19	4	5	5	8	5	4	14	17
20	4	5	7	7	3	5	14	17
21	6	5	4	7	4	5	14	17
22	3	8	5	5	5	4	13	17
23	3	6	5	5	5	6	13	17
24	3	7	5	3	5	6	13	16
25	7	7	3	6	3	3	13	16
26	5	4	5	7	3	4	13	15
27	5	5	6	5	1	5	12	15
28	4	7	6	5	1	3	11	15
29	5	4	5	6	1	4	11	14
30	5	5	4	4	2	4	11	13
รวม	146	173	166	195	116	147	428	515
$\bar{X}$	5.03	5.97	5.72	6.72	4.00	5.07	14.76	17.76
SD	1.15	1.05	1.49	1.49	1.69	1.16	2.25	2.13
S^2	1.32	1.11	2.21	2.21	2.86	1.35	5.05	4.55
t		3.21		2.50		2.82		4.92
P		0.001071		0.006541		0.003445		1.3761E-06

ตาราง 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในเรื่องความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง

	การนำไปใช้อย่างมีคุณธรรม		ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์		การพัฒนาการของความรู้		ความใช้ข้อความที่รัดกุม		การตรวจสอบได้		การเป็นสหวิชา		รวมทั้งหมด	
นักเรียน	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
1	8	13	10	12	13	14	9	10	9	10	13	13	61	72
2	8	11	13	14	9	12	10	12	12	9	15	13	67	71
3	14	15	11	10	13	9	11	14	11	13	13	14	71	74
4	11	13	11	12	13	11	13	13	10	12	11	12	67	73
5	12	11	14	11	10	9	11	10	13	10	14	10	73	61
6	10	14	11	10	10	10	13	11	13	13	13	9	67	67
7	11	10	13	10	7	13	14	14	13	11	13	14	70	72
8	8	8	10	12	9	8	13	9	13	13	14	13	65	63
9	13	14	10	12	13	11	13	13	13	11	13	15	71	76
10	13	10	13	13	13	13	14	11	10	8	11	8	73	63
11	8	13	10	10	8	10	16	14	11	13	9	13	59	71
12	13	13	8	14	13	8	9	16	11	14	11	11	64	74
13	13	13	9	13	4	13	15	13	10	11	10	10	60	71
14	13	10	8	13	13	10	13	11	10	14	8	13	63	70
15	13	13	9	13	10	10	10	14	9	13	11	13	61	73
16	13	9	10	13	13	13	13	13	10	11	9	14	65	73
17	9	13	13	11	13	10	13	11	8	13	11	15	65	73
18	13	13	13	8	13	9	13	10	13	14	10	9	73	63
19	9	10	13	11	13	8	10	8	13	13	13	10	58	60
20	13	14	10	13	13	11	11	9	13	14	9	15	66	76
21	9	13	9	13	8	14	13	13	10	13	13	15	62	79
22	10	11	11	13	7	13	9	10	8	10	13	14	57	69
23	11	15	11	13	13	13	9	13	13	13	11	13	66	78
24	13	10	10	11	10	13	9	14	13	9	10	10	63	67
25	8	13	13	11	11	14	8	11	13	10	13	11	64	70
26	13	9	11	14	10	10	10	14	11	14	11	13	65	74
27	9	11	11	13	10	11	10	13	9	13	13	10	61	69
28	11	10	11	13	13	13	13	10	13	11	11	9	69	64
29	13	10	9	11	10	13	9	11	11	13	9	13	60	69
30	13	10	11	13	8	10	11	13	13	13	13	14	66	73
รวม	325	350	324	351	307	334	336	353	328	353	341	363	1961	2104
$\bar{X}$	10.83	11.67	10.80	11.70	10.23	11.13	11.20	11.77	10.93	11.77	11.37	13.10	65.37	70.13
SD	1.80	1.80	1.56	1.33	2.16	1.81	1.86	1.81	1.48	1.57	1.67	2.09	4.36	4.82
S^2	3.25	3.61	2.44	1.73	4.67	3.29	3.54	3.29	2.20	2.46	2.79	4.37	18.17	23.22
t		1.714		2.866		1.588		1.16		1.93		1.46		3.666
P		0.043304		0.006518		0.042944		0.119968		0.019428		0.06838		7.5E-05

ตาราง 10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความพึงพอใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง

	คะแนน	
นักเรียน	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
1	118	119
2	108	116
3	130	135
4	97	139
5	132	122
6	133	122
7	132	136
8	114	133
9	130	131
10	125	137
11	96	119
12	104	134
13	112	132
14	123	135
15	119	116
16	117	122
17	88	121
18	108	133
19	122	137
20	112	137
21	130	133
22	132	122
23	126	98
24	122	113
25	134	110
26	133	133
27	89	132
28	116	113
29	111	126
30	109	119
รวม	3606	3716
$\bar{X}$	116.87	123.87
SD	13.03	9.13
t		2.36
P		0.009

ตาราง 11 การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (K-R. 20)

ความเข้าใจในการสำรวจเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์												การออกแบบการทดลอง											การลงข้อสรุปและสรุปเป็นหลักการโดยทั่วไป											
นักเรียน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	รวม	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	รวม	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	รวม	รวมทั้งหมด
1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	7	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	7	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	5	19
2	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	7	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	7	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	5	19
3	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	6	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	6	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	7	19
4	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	6	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	7	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	6	19
5	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	6	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	6	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7	19
6	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	6	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	5	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	8	19
7	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	6	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	6	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	6	18
8	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	6	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	5	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	7	18
9	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	6	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	7	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	5	18
10	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	8	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	5	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	5	18
11	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	6	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	6	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	6	18
12	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	5	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	6	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	6	17
13	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	6	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	5	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	6	17
14	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	7	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	5	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	5	17
15	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	5	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	6	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	5	16
16	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	4	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	5	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	6	16
17	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	5	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	5	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	5	16
18	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	5	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	5	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	6	16
19	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	5	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	5	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	5	16
20	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	5	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	5	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	5	15
21	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	5	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	4	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	5	14
22	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	5	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	4	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	4	13
23	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	4	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	4	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	5	12
24	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	4	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	4	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	4	11
25	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	4	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	3	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	4	11
26	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	4	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	3	10
27	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	3	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	4	10
28	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	3	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	3	9
29	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3	9
30	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3	8
31	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8
32	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3	8
33	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3	8

ตาราง 11 (ต่อ)

| | | |

ตาราง 12 การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบวัดความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (สัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบัค)

การนำไปใช้อย่างมีคุณธรรม					ความคิดสร้างสรรค์				การพัฒนาการของความรู้				การใช้บ้องความที่วัดกุม				การตรวจสอบได้				การเป็นสหวิชา				
ข้อ / นักเรียน	1	2	3	รวม	4	5	6	รวม	7	8	9	รวม	10	11	12	รวม	13	14	15	รวม	16	17	18	รวม	รวมทั้งหมด
1	1	2	2	5	4	3	2	9	4	2	2	8	5	4	4	13	4	3	4	11	5	5	5	15	61
2	1	4	3	8	4	4	4	12	5	1	3	9	5	3	3	11	4	2	5	11	4	4	4	12	63
3	2	3	4	9	4	2	1	7	5	1	3	9	3	2	1	6	2	3	5	10	3	3	2	7	48
4	1	5	4	10	3	1	1	5	5	1	4	10	4	3	2	9	4	4	4	12	5	5	5	15	61
5	4	1	1	6	4	3	1	8	3	2	4	11	2	3	2	7	2	3	2	7	3	4	1	8	47
6	4	5	5	14	4	4	4	12	4	1	4	9	2	4	2	8	4	3	4	11	3	4	4	11	65
7	2	4	3	9	4	4	2	10	2	2	4	8	4	2	1	7	2	2	1	5	2	2	1	5	44
8	1	5	4	10	3	3	4	10	4	2	4	10	4	5	2	11	4	5	5	14	5	5	5	15	70
9	1	2	4	7	4	4	1	9	4	4	4	12	1	3	2	6	4	3	4	11	5	4	4	13	58
10	4	4	5	13	3	1	1	5	5	5	3	13	4	3	2	9	4	3	4	11	5	4	5	14	65
11	4	5	4	13	4	1	2	7	2	2	2	6	4	4	5	13	3	4	5	12	4	5	5	14	65
12	3	5	4	12	4	2	2	8	4	4	4	12	2	3	3	8	4	4	4	12	4	4	4	12	64
13	4	5	4	13	4	3	1	8	5	5	5	15	4	5	5	14	4	3	4	11	5	5	5	15	76
14	2	5	5	12	4	2	1	7	4	1	2	7	5	3	5	13	5	5	5	15	4	5	5	14	68
15	2	3	5	8	4	3	3	10	3	3	4	9	5	5	5	15	4	3	5	12	4	5	4	13	67
16	4	5	4	13	3	3	1	7	4	4	4	12	5	5	2	12	4	4	5	13	5	3	3	11	68
17	1	2	4	7	5	3	3	9	5	5	5	15	4	5	2	11	4	5	5	14	5	5	5	15	71
18	1	4	3	7	5	4	3	11	4	1	3	8	2	2	3	7	3	3	3	9	4	3	2	9	50
19	4	5	5	14	4	3	1	7	4	4	4	12	4	4	2	10	3	4	5	12	4	5	5	14	69
20	4	5	5	14	4	4	1	9	4	3	1	8	3	3	3	9	5	5	5	15	4	4	5	13	67
21	5	5	4	14	3	3	3	9	5	4	4	13	3	3	2	8	4	4	5	13	4	3	4	10	64
22	3	3	3	7	4	3	3	9	3	1	4	8	3	4	4	11	4	3	5	11	3	4	4	11	57
23	4	5	4	13	4	4	1	9	4	1	5	10	4	4	4	12	5	3	5	13	5	5	5	15	74
24	5	4	4	13	5	3	1	9	5	2	4	11	3	4	4	11	4	5	3	12	4	5	5	14	69
25	4	5	5	14	4	3	2	9	5	4	5	14	3	1	3	8	3	3	4	10	4	5	4	13	65
26	3	3	5	7	5	5	5	15	5	4	5	14	4	4	5	13	4	3	5	12	5	5	5	15	76
27	4	5	5	14	4	3	3	8	5	4	4	13	3	4	3	8	3	4	5	11	4	4	4	12	66
28	3	3	5	13	5	3	1	9	4	1	3	7	3	3	3	7	3	4	1	7	4	3	3	10	53

ตาราง 12 (ต่อ)

29	2	3	2	7	3	1	2	5	4	2	2	8	3	2	4	9	2	3	4	9	4	2	3	9	47
30	5	5	5	15	4	4	4	12	5	5	5	15	4	4	5	13	1	5	3	9	5	2	5	12	76
31	4	5	4	13	4	3	2	9	4	1	4	9	4	4	5	13	2	2	1	5	5	5	5	15	55
32	3	4	3	10	4	3	2	9	4	2	5	11	4	5	5	14	3	2	4	9	4	4	4	12	65
33	5	3	5	13	4	4	4	12	4	3	3	9	4	3	2	9	3	3	4	10	3	5	3	11	64
34	4	4	4	12	3	3	3	9	4	1	3	8	4	4	4	12	4	3	3	10	4	3	4	11	62
35	3	2	4	9	4	3	1	8	4	2	3	9	1	3	1	5	3	3	3	9	4	3	4	11	50
36	4	5	3	12	4	3	2	9	4	3	3	9	1	2	1	4	3	5	4	12	5	5	5	15	60
37	3	4	4	11	4	3	2	9	5	5	5	15	4	2	2	8	4	2	5	11	5	5	5	15	59
38	3	2	3	8	4	3	2	9	5	4	5	14	4	5	5	14	3	2	4	9	3	4	4	11	65
39	5	4	4	13	5	5	5	15	5	4	5	14	5	4	2	11	2	3	3	8	4	4	3	11	72
40	5	5	5	15	3	2	1	6	5	5	5	15	5	4	5	14	5	5	5	15	5	2	5	12	72
41	4	4	5	13	3	2	1	6	4	4	3	11	4	5	2	9	5	3	4	12	5	4	5	14	66
42	3	1	2	6	4	1	2	7	4	2	4	10	2	2	3	7	1	4	1	6	3	2	4	9	51
43	3	5	4	12	4	4	4	12	4	3	3	9	3	4	2	9	5	4	5	14	5	5	5	15	71
44	2	2	2	6	4	3	1	8	4	3	3	10	4	2	2	8	1	2	2	5	1	3	2	6	43
45	5	5	5	15	4	2	2	8	4	2	3	9	2	3	4	9	4	3	2	9	4	4	4	12	60
46	3	4	3	12	3	3	3	7	3	2	3	8	4	3	2	9	4	3	4	11	3	4	5	14	61
47	2	3	1	6	4	2	1	7	3	1	3	7	3	2	2	7	3	3	1	7	4	3	3	10	48
48	3	3	4	10	4	2	2	8	5	3	4	11	3	4	2	9	2	2	2	6	4	2	2	8	52
49	4	5	3	12	3	3	1	7	3	1	4	10	2	3	4	9	4	4	4	12	5	5	5	15	65
50	2	4	2	8	5	4	5	14	4	2	2	8	3	4	2	9	1	3	3	7	2	4	4	10	56
รวม	156	194	188	538	193	137	106	436	211	129	182	522	170	169	146	484	166	168	199	533	304	197	302	603	3107
$\bar{x}$	1.56	1.6	1.3	4.44	0.5	1.1	1.5	3.09	0.86	2	1.1	3.80	1.3	1.1	1.8	4.09	1.8	1.1	1.8	3.96	0.93	1.1	1.8	3.81	22.50
S^2				8.81				5.47				5.46				7.49				7.35				5.79	81.51
S				0.71				0.56				0.55				0.55				0.69				0.77	0.75

ตาราง 13 การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบวัดความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

นักเรียน \ ข้อ	คะแนน																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	รวม
1	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	2	5	4	3	5	4	5	5	5	5	5	5	5	2	2	4	5	5	5	134
2	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	138
3	4	4	4	5	2	4	5	5	5	2	4	2	2	1	5	3	5	5	3	1	5	5	4	4	5	3	2	3	1	3	104
4	5	5	5	4	5	5	4	4	5	4	4	4	2	3	2	5	4	1	4	4	5	5	5	5	5	5	5	1	5	1	118
5	4	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	2	1	4	2	3	3	2	2	5	5	3	2	3	2	3	5	3	2	97
6	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	4	5	2	5	5	5	5	5	140
7	2	5	5	4	1	2	2	4	4	4	2	1	5	5	5	5	2	4	5	5	2	2	4	2	2	4	5	4	1	5	95
8	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	4	4	4	5	4	5	5	5	5	5	4	4	2	5	4	2	4	5	5	5	119
9	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	2	1	5	4	5	5	5	2	5	5	5	2	5	5	5	5	5	2	4	90
10	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	4	5	4	5	2	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	5	5	4	5	4	115
11	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4	4	5	5	125
12	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	4	4	5	4	5	5	5	139
13	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	118
14	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	2	5	5	5	5	133
15	4	5	4	5	2	4	5	5	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	5	2	4	4	4	1	5	5	5	5	122
16	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5	123
17	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5	4	5	126
18	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	133
19	4	4	4	5	4	4	5	5	4	4	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	2	4	5	5	131
20	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5	5	137
21	2	3	4	3	2	3	4	3	2	3	4	3	4	3	2	2	3	1	4	4	3	4	3	2	3	4	3	4	3	1	89
22	4	4	3	3	1	4	5	5	1	3	2	2	4	3	3	5	4	2	2	3	2	2	1	2	5	2	3	4	4	3	91
23	4	4	4	4	4	4	5	5	4	3	4	4	4	5	3	4	3	4	5	1	1	2	4	3	3	4	3	5	4	1	108
24	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	2	4	3	4	3	2	5	4	5	119
25	4	5	5	4	5	5	5	1	5	5	5	5	4	5	4	5	1	2	4	5	5	4	4	4	4	5	2	5	3	4	124
26	5	5	4	5	5	5	5	5	5	3	4	5	5	5	5	4	3	5	2	4	4	2	4	4	5	5	5	5	5	5	133

ตาราง 13 (ต่อ)

27	4	5	4	5	1	5	5	5	4	3	4	5	5	5	2	5	4	4	4	4	4	4	3	4	4	5	5	5	3	5	125
28	4	4	4	5	5	4	5	5	3	3	4	4	5	5	4	4	4	4	3	4	3	3	4	2	4	3	3	2	4	5	116
29	2	5	5	5	5	4	5	5	4	3	5	5	5	4	3	4	4	4	3	3	4	5	4	5	4	3	4	4	3	3	122
30	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	3	3	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	3	3	2	4	4	3	4	111
31	4	3	4	4	4	3	4	1	3	3	2	4	3	5	4	4	5	4	4	4	4	3	4	5	4	4	5	3	2	1	109
32	5	5	5	3	5	5	5	3	5	5	5	5	1	5	3	5	5	3	4	3	5	5	5	5	5	5	3	4	5	5	132
33	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	2	4	4	4	4	2	5	4	5	121
34	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	3	3	5	4	4	4	4	5	4	4	5	5	2	5	5	5	133
35	2	3	4	2	3	4	3	1	3	2	3	4	3	3	4	2	3	2	5	2	3	5	3	4	4	3	2	3	3	2	90
36	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	3	5	3	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	3	137
37	5	5	4	5	5	5	5	5	5	3	4	5	5	5	5	4	3	5	2	4	4	2	4	4	5	5	5	5	5	5	133
38	5	5	4	4	5	4	4	5	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	122
39	3	2	3	5	4	4	3	4	5	4	2	3	3	3	5	4	3	1	1	4	1	5	3	3	2	4	4	5	3	1	97
40	5	5	4	3	5	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2	4	2	4	4	2	3	3	4	4	4	5	113
41	4	5	4	3	4	2	3	1	3	2	4	3	3	3	2	2	3	3	4	3	1	3	2	4	3	5	2	3	4	4	92
42	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	2	2	5	5	5	5	5	5	1	5	3	3	133
43	5	5	4	4	5	4	4	5	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	5	3	4	4	4	5	123
44	4	4	4	5	4	5	3	5	4	4	2	4	2	1	1	2	1	3	2	3	2	4	5	5	2	5	4	2	4	3	99
45	5	5	5	5	5	5	4	5	5	3	4	4	5	5	3	4	1	4	3	5	5	3	2	5	5	1	5	5	5	5	126
46	4	4	4	5	4	4	4	4	3	5	4	4	2	3	4	4	4	3	4	5	5	3	4	4	4	4	4	5	3	5	119
47	4	4	4	4	4	4	5	5	4	3	4	4	4	5	3	4	3	4	5	5	1	2	4	3	3	4	5	5	1	4	114
48	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	2	5	5	1	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	1	135
49	4	5	4	5	2	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	4	3	4	5	5	4	5	5	5	4	5	3	2	5	5	131
50	4	1	3	5	4	4	4	5	5	4	5	5	4	5	3	5	4	4	4	4	4	3	4	4	5	5	4	4	3	4	122
ΣΧi	207	219	206	216	202	209	220	215	204	185	201	202	201	210	184	190	180	193	185	193	187	185	192	193	187	183	182	212	189	186	5956
Si	0.69	0.77	0.31	0.68	1.89	0.64	0.57	1.36	0.69	0.70	0.60	1.06	1.29	1.43	1.00	0.98	1.18	1.22	1.17	1.10	1.57	1.23	0.87	0.94	0.87	1.83	1.31	1.00	1.28	2.03	31.32
Σi																															221.78
R																															0.877

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นายจรรยาภรณ์ เนื่องฤทธิ์

เกิดวันที่ 27 มกราคม 2495

สถานที่เกิด 20 หมู่ 4 ตำบลประตูชัย อำเภอพระนครศรีอยุธยา
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 20/6 หมู่ 4 ตำบลประตูชัย อำเภอพระนครศรีอยุธยา
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000
โทร. 035 - 246065

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ ตำบลหอรัตนไชย
อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000
โทร. 035 - 244591-2

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน อาจารย์ 2 ระดับ 6

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2511 มัธยมศึกษา ปีที่ 3 จากโรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย

พ.ศ. 2513 ป.กศ.ต้น จากวิทยาลัยครูพระนครศรีอยุธยา

พ.ศ. 2515 ป.กศ.สูง จากวิทยาลัยครูพระนครศรีอยุธยา

พ.ศ. 2517 กศ.บ.(เคมี) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน

พ.ศ. 2537 กศ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

บทคัดย่อ

ของ

จรรยปการณ์ เนื่องฤทธิ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

มีนาคม 2538

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ปีการศึกษา 2537 โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่เรียนวิชา ว 421 (เคมี) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 จำนวน 60 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย จากนักเรียนจำนวน 184 คน ที่เป็นประชากรเป้าหมายของการวิจัยครั้งนี้ จากนั้นจับฉลากแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แต่ละกลุ่มมีจำนวน 30 คน กลุ่มทดลองทำการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 6 สัปดาห์ ๆ ละ 4 คาบ(คาบละ 50 นาที) รวม 24 คาบ โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control Group Posttest Only Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ Independent t-test แบบ Difference score ทำการทดสอบสมมติฐาน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 โดยคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ (โปรแกรม Excell 4.0 Thai Edition For Windows)

ผลการวิจัย พบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่า การสอนตามคู่มือครูของ สสวท. โดยภาพรวม และตามตัวแปรย่อยทั้ง 3 ด้าน คือ ความเข้าใจในการอ่านเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ การออกแบบการทดลอง และ การลงข้อสรุปและสรุปรวมเป็นหลักการโดยทั่วไป

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่า การสอนตามคู่มือครูของ สสวท. โดยภาพรวมและตัวแปรย่อย 4 ด้าน คือ การนำไปใช้อย่างมีคุณธรรม ความคิดสร้างสรรค์ การพัฒนาการของความรู้ และ การตรวจสอบได้ แต่ในด้านการใช้ข้อความที่รัดกุม และ การเป็นสหวิชาไม่แตกต่างกัน

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม สูงกว่า การสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

A COMPARISON OF THE SCIENCE-TECHNOLOGY-SOCIETY BASED LEARNING OUTCOMES AS ATTAINED BY MATHAYOM SUKSA IV STUDENTS THROUGH THE MODIFIED SCIENCE-TECHNOLOGY-SOCIETY APPROACH AND THE IPST'S APPROACH

AN ABSTRACT

BY

CHANYAPAKORN NUANGRIT

Presented in partial fulfillment of the requirement for

the Master of Education degree in Science Education

at Srinakharinwirot University

March 1995

This study was attempted to compare learning outcomes, namely ; Enquiry Skills, Understanding of the Nature of Scientific Knowledge, and Awareness of the Relationships Between Science and Technology to Society, as attained by Mathayom Suksa IV students taught by the STS approach and by the IPST approach.

The sample of the study comprised 60 students enroled in Sc 431 : Genneral Chemistry during the first semester of the 1994 school year, at Ayuttayawithayalai secoundary school in Ayuttaya province. The sample was initially selected, utilizing the Simple Random Sampling technique from it's target population. Further random assignment was applied to assign the sample into two thirty-student groups, to form a control group and an experimental group. The experiment following the Randomized Control Group Posttest Only Design was then conducted for each group for 24-fifty minute periods. The Differrence Score t-test technique was finally applied for hypothesis testings with the .05 level of sinificance. The calculations were accomplished by using the Excell 4.0 Thai Edition computer program.

The findings of the investigation revealed as follows :

1) The two groups of students were sinificantly different on earned scores by the overall measure on Enquiry Skills, and on each of the three submeasures, namely ; Reading Comprehension in Science, Designing of Scientific Experiments, and Scientific Conclusion/ Generalization.

2) The two groups of students were sinificantly differenct on earned scores by the overall measure on Understanding of the Nature of Scientific Knowledge, and on the four submeasures ; namely , Amoral Application, Creativity, Development of Learned Knowledge, and Knowledge Testability, but not on Application of Pasimonious Statements, and Interdisciplinary Unification.

3) The two groups of students were significantly different on earned scores on Awereness of the Relationships Between Science and Technology to Society.