

การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกา

วิสัยทัศน์ของผู้นำประเทศ

ระบบการศึกษาในสหรัฐอเมริกาเป็นระบบที่มีการกระจายอำนาจไปสู่ท้องถิ่นเกือบทั้งหมด ดังที่กำหนดไว้ในรัฐธรรมนูญของสหรัฐอเมริกาว่า การศึกษาเป็นอำนาจของรัฐ มิใช่ของรัฐบาลกลาง รัฐบาลกลางไม่มีอำนาจจัดตั้งหรือบังคับใช้ระบบการศึกษารวมแห่งชาติ ไม่มีอำนาจบังคับให้เขตการศึกษาท้องถิ่นรับนโยบายหรือหลักสูตรไม่ว่าจะในระดับใดไปใช้ การตัดสินใจทางการศึกษาทั้งหมดอยู่ที่รัฐและเขตการศึกษาภายในรัฐ

แม้กฎหมายการศึกษาของแต่ละรัฐจะต่างกัน แต่ทั้ง 50 รัฐจะมีระบบการศึกษาที่คล้ายคลึงกัน ทั้งนี้เพราะผลจากแฟกเตอร์ที่คล้ายกันเช่น ความต้องการทางสังคมและเศรษฐกิจของชาติ

การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาในอเมริกาเกิดขึ้น สองครั้ง ครั้งที่ 1 เรียกว่ายุคสปุตนิก ช่วงทศวรรษ 1960-70 ประชาชนเรียกร้องให้มีการปฏิรูปเพราะความรู้สึกรู้สึกว่าการเป็นผู้นำทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ถูกคุกคามเนื่องจากรัสเซียสามารถส่งยานสปุตนิกขึ้นสู่อวกาศได้ในปี 1957 ครั้งที่สองเรียกว่ายุค TIMSS เกิดขึ้นในช่วงทศวรรษ 1980 ถึงปัจจุบัน เกิดขึ้นเพราะความไม่พอใจที่อเมริกาสอบได้เป็นลำดับท้ายๆในการแข่งขันวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ระดับนานาชาติ

ในยุคสปุตนิก เสียงเรียกร้องจากประชาชนทำให้รัฐสภาต้องออกกฎหมายเพื่อเอื้อต่อการปฏิรูปคือ The National Defense Education Act (1958) เป็นการยอมรับว่าการปฏิรูปการศึกษาคือยุทธศาสตร์หนึ่งในการป้องกันประเทศ และ Elementary and Secondary Education Act (1965) เพื่อเพิ่มอำนาจแก่ Secretary of Education ในการอนุมัติเงินงบประมาณแก่การดำเนินโครงการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา

นักการเมืองและรัฐบาลกลางเต็มใจอนุมัติงบประมาณจำนวนมหาศาลให้กับโครงการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ตลอดช่วงการบริหารประเทศของประธานาธิบดีไอเซนฮาวร์ (1953-1961) ต่อเนื่องมาจนถึงประธานาธิบดีเคนเนดี (1961-1963)

รัฐบาลกลางให้ความสนับสนุนในการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาโดยผ่านทาง The National Science Foundation (NSF) โดยเน้นกิจกรรมการพัฒนาหลักสูตรใหม่ซึ่งนำความตื่นตัวของทฤษฎีและการค้นพบทางวิทยาศาสตร์เข้าไปสู่ชั้นเรียน การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หลักสูตรใหม่นี้พัฒนาขึ้นโดยนักวิทยาศาสตร์ชั้นนำของประเทศ

ในช่วงรัฐบาลของประธานาธิบดีเคนเนดี สหรัฐอเมริกาส่งมนุษย์อวกาศไปลงดวงจันทร์ได้สำเร็จ ประชาชนพอใจที่ได้ความเป็นผู้นำกลับมาและรู้สึกว่ปัญหาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศได้รับการแก้ไขแล้ว ประจวบกับในช่วงนี้มีปัญหาสังคมอื่นๆเกิดขึ้นมากมาย ทำให้ความสนใจการ

ปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาลดลง รัฐบาลกลางงบประมาณที่เคยให้การสนับสนุนการปฏิรูป ความไม่พอใจในเนื้อหาของหลักสูตรใหม่มีมากขึ้น จนนำไปสู่การสิ้นสุดของการใช้หลักสูตรใหม่ในปี 1975

ความล้มเหลวของการปฏิรูปในยุคศตวรรษเกิดจาก

1. การปฏิรูปเน้นเฉพาะการทำหลักสูตร แต่ขาดกระบวนการสำคัญอื่นๆ เช่นการจัดทำนโยบายและแผนงานระยะยาวเพื่อสืบเนื่องการปฏิรูปในระดับรัฐและเขตการศึกษา
2. บุคคลสำคัญที่สุดในการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาคือครู ซึ่งไม่มีบทบาทใดๆเลยในการพัฒนาหลักสูตรใหม่ ยิ่งเป็นหลักสูตรที่มีเนื้อหาเปลี่ยนแปลง วิธีการสอนเปลี่ยนแปลง ครูไม่มีความรู้ความสามารถพอที่จะสอนตามหลักสูตรใหม่ ทั้งยังขาดแรงจูงใจที่จะเข้าร่วมในโครงการอบรมครูประจำการที่รัฐจัดขึ้น

ตั้งแต่ทศวรรษ 1980 เป็นต้นมา ได้มีการริเริ่มดำเนินงานเพื่อปฏิรูปหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์โดยอาศัยบทเรียนที่ได้รับจากยุคศตวรรษ แรงแผ่นต้นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวในเรื่องนี้เกิดจาก**ภาคเอกชน**ซึ่งมีความวิตกกังวลว่าอเมริกาจะไม่สามารถรักษาความเป็นผู้นำทางเศรษฐกิจไว้ได้อันอาจตกประชาชนขาดความรู้ความเข้าใจด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เอกสารสำคัญที่เกิดขึ้นในช่วงนี้ได้แก่ **Science for All American** จาก Project 2061 ของ The American Association for the Advancement of Science (AAAS, 1989) กล่าวถึงความจำเป็นในการสร้างประเทศซึ่งประชาชน**ทุกคน**มี Science literacy หนังสือเล่มนี้กลายเป็นเสมือนคัมภีร์ไบเบิลสำหรับการปฏิรูป

ในปี 1989 รัฐบาลของประธานาธิบดีจอร์จ บุช ได้จัดทำเป้าหมายการศึกษาของชาติจำนวน 6 ข้อที่รัฐบาลจะต้องทำให้ได้ภายในปี 2000 โดยออกเป็นกฎหมายชื่อ **America 2000: Excellence in Education Act**

ในปี 1992 รัฐบาลของประธานาธิบดีคลินตัน แต่งตั้งนาย Richard Riley อดีตผู้ว่าการรัฐเซาธ์แคโรไลนา ซึ่งมีผลงานดีเด่นด้านการปฏิรูปการศึกษา ขึ้นเป็น Secretary of Education พร้อมทั้งออกกฎหมายชื่อ **Goals 2000: Education America Act** (1994) ซึ่งกำหนดเป้าหมายการศึกษาของชาติเพิ่มขึ้นจากของประธานาธิบดีบุชอีก 2 ข้อ รวมเป็น 8 ข้อ โดยเป้าหมายข้อ 4 กล่าวว่า**ภายในปี 2000 นักเรียนอเมริกันต้องสอบวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้เป็นที่ 1 ของโลก**

Benchmarks for Science Literacy (AAAS, 1993) และ National Science Education Standards ของ National Research Council (NRC, 1996) เป็นเอกสารสำคัญที่รัฐต่างนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดทำมาตรฐานและโครงสร้างหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในทุกระดับชั้น รวมทั้งหลักสูตรการเตรียมครูวิทยาศาสตร์ การอบรมครูวิทยาศาสตร์ และการวัดผลประเมินผลทางวิทยาศาสตร์ศึกษา

ในปี 1995 มีรายงานผลการสอบวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในระดับนานาชาติ (The Third International Mathematics and Science Study, TIMSS) ผลพบว่านักเรียนในเกรด 8 และ เกรด 12 ของอเมริกามีคะแนนสอบอยู่ในกลุ่มสุดท้าย

ผลกระทบที่เกิดขึ้นมีลักษณะเดียวกับการส่งยานสปุตนิก นั่นคือประชาชนและนักการเมืองมองเห็นอย่างชัดเจนว่าภาวะความเป็นผู้นำของอเมริกากำลังสั่นคลอน การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา คือทางออกเพื่อช่วงชิงความเป็นหนึ่งในโลกกลับคืนมา

รัฐและเขตการศึกษาซึ่งก่อนหน้านี้ไม่ค่อยให้ความสนใจต่อการปฏิรูป และต่อต้านมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์แห่งชาติ โดยมองว่ารัฐบาลกลางกำลังครอบงำนโยบายการศึกษาของท้องถิ่น เริ่มหันมามองเรื่องนี้อย่างจริงจัง โดยดูตัวอย่างจากบางรัฐที่ได้ลงมือทำไปแล้ว นับเป็นครั้งแรกในประวัติศาสตร์ที่ทั้ง 50 รัฐมีมติเป็นเอกฉันท์ยอมรับเป้าหมายและมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์แห่งชาติ

แม้จะมีมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาเกิดขึ้นแล้วก็ตาม การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษายุคที่สองของอเมริกากำลังอยู่ในระยะเริ่มต้น การนำเป้าหมายและมาตรฐานการศึกษาของชาติมาสู่การเรียนการสอนเป็นงานหนักที่ยังไม่คืบหน้าเมื่อมองในภาพรวม

การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาในอเมริกาเกิดขึ้นจากความต้องการเป็นที่หนึ่งในโลกไม่ว่าจะด้านเศรษฐกิจ สังคม หรือการเมือง บทเรียนจากจุดอ่อนของการปฏิรูปครั้งแรกในยุคสปุตนิก ถูกนำมาแก้ไขอย่างระมัดระวังในการปฏิรูปครั้งหลัง โดยเน้นความสำคัญที่การพัฒนาครู ทั้งทางด้านองค์ความรู้ ทักษะการสอนและการวัดผล ควบคู่ไปกับการพัฒนาบุคลากรและโครงสร้างของหน่วยงานอื่นๆทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับระบบการศึกษา เนื่องจากการปฏิรูปเป็นสิ่งที่ไม่สามารถทำให้เสร็จได้โดยรวดเร็ว แนวนโยบายที่มั่นคง ไม่เปลี่ยนแปลงตามภาวะการเมือง การสนับสนุนด้านงบประมาณอย่างต่อเนื่องจากรัฐบาลกลางรวมทั้งวิสัยทัศน์ของผู้นำประเทศ จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่จะนำการปฏิรูปไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ

หลักสูตรและรูปแบบการจัดการเรียนการสอนในแต่ละระดับการศึกษา

ระบบการศึกษาของอเมริกาประกอบด้วย 3 ระดับใหญ่ๆ คือ ระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษา และระดับอุดมศึกษา

ระดับประถมศึกษา (รวมการศึกษาสำหรับเด็กก่อนวัยเรียน 1-2 ปี ระดับอนุบาล 1 ปี ระดับประถมศึกษา 5-8 ปี)

ระดับมัธยมศึกษา แบ่งออกเป็น มัธยมศึกษาตอนต้น (เกรด 7-8 หรือ 7-9) และมัธยมศึกษาตอนปลาย (เกรด 9-12 หรือ 10-12)

ในระดับ**มัธยมศึกษาตอนต้น** เมื่อจบเกรด 10 เด็กจะเริ่มเลือกว่ามีความสนใจในโปรแกรมใดดังต่อไปนี้

1.1 Academic Program (AP) ซึ่งประกอบด้วยรายวิชาที่เป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาต่อระดับปริญญาตรีในวิทยาลัยและมหาวิทยาลัย

1.2 Vocational Training Program ประกอบด้วยรายวิชาสำหรับการประกอบอาชีพ หรือเข้าศึกษาต่อในวิทยาลัยเทคโนโลยี

1.3 General Program ประกอบด้วยรายวิชาที่ครอบคลุมทั้งด้านสายวิชาการและสายอาชีพ ซึ่งได้รับเสียงวิจารณ์อย่างมากว่าเด็กที่จบจากโปรแกรมนี้อาจจะไม่สามารถพอที่จะประกอบอาชีพหรือศึกษาต่อ

ในระดับ**มัธยมศึกษาตอนปลาย** เด็กที่จบการศึกษาจะได้รับประกาศนียบัตรและต้องผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำคือ ต้องได้เรียนคณิตศาสตร์อย่างน้อย 2 ปี วิทยาศาสตร์ 2 ปี ภาษาอังกฤษ 4 ปี สังคมศาสตร์ 3 ปี นอกจากนั้นเป็นวิชาเลือกคือศิลปะ ดนตรี ภาษาต่างประเทศ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

ระดับอุดมศึกษา แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ**กลุ่มที่ใช้เวลาเรียน 2 ปี** เช่นในวิทยาลัยเทคโนโลยีหรือในวิทยาลัยชุมชน ได้รับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เน้นการเตรียมบุคคลให้มีความสามารถประกอบอาชีพได้ และ**กลุ่มที่ใช้เวลาเรียน 4 ปี** เช่นในวิทยาลัยและมหาวิทยาลัยต่างๆ มุ่งเน้นการเตรียมบุคคลที่มีความรู้และทักษะเพียงพอต่อการประกอบวิชาชีพหรือเพื่อการศึกษาต่อในระดับสูงขึ้นไปในระดับปริญญาโท และระดับปริญญาเอก ซึ่งสองระดับหลังนี้เน้นการเตรียมบุคลากรที่มีความสามารถด้านคิดค้นคว้าและวิจัยอันจะทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ขึ้นในวิชาชีพของตน

หลักสูตรในระดับปริญญาตรีส่วนใหญ่จะประกอบด้วยส่วนใหญ่อันหนึ่ง 2 ส่วน โดยในช่วงสองปีแรกเป็นการเรียนวิชาพื้นฐานสำหรับวิชาชีพและวิชาพื้นฐานทั่วไป (General education) เพื่อให้เป็นบัณฑิตที่มีความรู้รอบ ในช่วงสองปีหลังผู้เรียนจะเน้นลึกลงเพียง 1 หรือ 2 สาขาวิชา จำนวนหน่วยกิตโดยรวมของทั้งสี่ปีจะอยู่ในช่วง 130-140 หน่วยกิต

หลังจากระดับปริญญาตรี ผู้ที่สนใจสามารถเลือกเรียนต่อในระดับบัณฑิตศึกษาเพื่อเจาะลึกให้มีความรู้ความเชี่ยวชาญเฉพาะอย่าง โดยใช้เวลาประมาณ 2 ปีสำหรับปริญญาโท และ 2-4 ปีสำหรับปริญญาเอก

รัฐทำหน้าที่ควบคุมหลักสูตร ในโรงเรียนประถมศึกษาและมัธยมศึกษาในรูปแบบต่างๆ เช่น

1. กำหนดเกณฑ์สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. คัดเลือกตำราที่มีความเหมาะสมสำหรับใช้ในชั้นเรียน
3. จัดทำข้อสอบกลางเพื่อวัดความสามารถของเด็กใน 3 วิชาหลักคือ อ่าน เขียน และ

คณิตศาสตร์

4. จัดทำคู่มือหลักสูตรของรัฐ
5. ให้ความช่วยเหลือด้านที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน

โดยหลักการและลักษณะการกระจายอำนาจในการศึกษา ครูน่าจะเป็นผู้คัดเลือกและกำหนดหลักสูตรที่คิดว่าเหมาะสมกับนักเรียนในท้องถิ่นมากที่สุด แต่ในความเป็นจริงแล้ว หลักสูตรและเนื้อหาของหลักสูตรถูกกำหนดโดยแพ็คเกจต่อไปนี้

1. ตำราที่ตีพิมพ์โดยสำนักพิมพ์เอกชน
2. เกณฑ์การรับสมัครเข้าศึกษาต่อของมหาวิทยาลัย
3. ข้อสอบมาตรฐานระดับชาติ

โรงเรียนทุกแห่งในอเมริกา ใช้ข้อสอบมาตรฐานระดับชาติเป็นตัวบ่งชี้ความสามารถของเด็ก ทำให้ครูจำนวนหนึ่งมีแนวโน้มที่จะสอนเพื่อสอบ และละเลยการสอนเพื่อเสริมสร้างทักษะและปลูกฝังทัศนคติ ข้อสอบที่นิยมใช้ได้แก่

National Assessment of Educational Progress (NAEP)

Scholastic Aptitude Test (SAT)

American College Testing Program (ACT)

Advanced Placement Program (AP) เป็นข้อสอบสำหรับเด็กที่เตรียมเข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัย เด็กที่ทำคะแนนวิชาใดได้เกรด 3 ขึ้นไปจะได้รับยกเว้นไม่ต้องลงทะเบียนเรียนวิชานั้นเมื่อเข้าเรียนในชั้นปีที่ 1

การสอนในโรงเรียนประถมศึกษา จะใช้ระบบครูคนเดียวสอนทุกวิชา การสอนวิทยาศาสตร์มักจะสอดแทรกร่วมกับวิชาอื่นๆ ไม่มีการแบ่งแยกว่าในการสอนแต่ละวันมีวิทยาศาสตร์กี่ชั่วโมง เพราะความสนใจของเด็กในวัยนี้ไม่เอื้อต่อการสอนแบบแยกรายวิชา

ปัญหาของการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาคือครูส่วนใหญ่ไม่มีพื้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากพอที่จะทำการพัฒนาเนื้อหาและรูปแบบการสอนและการวัดผลให้สอดคล้องกับเป้าหมายและมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติ

การสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เด็กได้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะบูรณาการ อยู่ในรูปของ Life Science จำนวนชั่วโมงที่เรียนประมาณ 5 ชั่วโมงต่ออาทิตย์ เป็นระยะเวลา 1 ปีการศึกษา จะคิดเป็น 1 หน่วยกิต สำหรับวิชาคณิตศาสตร์ จะมีลักษณะบูรณาการเช่นกัน จำนวนชั่วโมงที่เรียนเท่ากัน

การสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จะแยกเป็นรายวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์กายภาพ ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ ส่วนวิชาคณิตศาสตร์ได้แก่ เลขคณิต I และ II, เรขาคณิต สำหรับเด็กใน Advanced Placement Program จะได้เรียนวิชาแคลคูลัส หรือสถิติแทนวิชาเลขคณิต II

เกณฑ์สำเร็จการศึกษาเกรด 12 ของรัฐต่างๆส่วนใหญ่จะคล้ายกันคือเด็กต้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 2 ปี (2 หน่วยกิต) มีประมาณ 10 กว่ารัฐเท่านั้นที่ตั้งเกณฑ์ไว้ 3-4 หน่วยกิต ตัวอย่างกำหนดรายวิชาต่างๆสำหรับผู้สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมส่วนใหญ่เป็นดังนี้

- | | |
|----------------|---|
| 1. ภาษาอังกฤษ | 4 หน่วยกิต |
| 2. สังคมศึกษา | 3 หน่วยกิต |
| 3. วิทยาศาสตร์ | 2 หน่วยกิต |
| 4. คณิตศาสตร์ | 3 หน่วยกิต |
| 5. พลศึกษา | 2 หน่วยกิต |
| 6. ศิลปศึกษา | 1 หน่วยกิต |
| 7. วิชาเลือก | 9 หน่วยกิต (ภาษาต่างประเทศ ดนตรี การแสดง คอมพิวเตอร์ ฯลฯ) |

สำหรับรัฐที่ตั้งเกณฑ์หน่วยกิตวิชาวิทยาศาสตร์ไว้สูงก็จะมีสัดส่วนหน่วยกิตของวิชาเลือกลดลง ทั้งนี้โดยเฉลี่ยแล้วจำนวนหน่วยกิตรวมสำหรับจบการศึกษาเกรด 12 คือ 24 หน่วยกิต

หลักสูตรเป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุตามเป้าหมาย หากเป้าหมายแคบ หลักสูตรก็จะแคบตามไปด้วย ตัวอย่างเช่นเป้าหมายการปฏิรูปการศึกษาในยุคสฤตนิถ เน้นการทำหลักสูตรเพื่อผลิตนักวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สนองความต้องการเป็นผู้นำด้านเทคโนโลยีอวกาศของประเทศ ผลก็คือได้หลักสูตรที่ดี แต่ยากเกินกว่าเด็กทั่วไปจะเข้าใจ ทั้งยังเน้นการปูพื้นฐานเพื่อวิชาการขั้นสูง จึงขาดแง่มุมด้านความเกี่ยวข้องของเนื้อหาวิชากับชีวิตประจำวัน จึงไม่สามารถดึงดูดความสนใจของเด็กได้ จุดอ่อนนี้จึงได้รับการแก้ไขในการปฏิรูปครั้งที่สอง โดยเน้นให้ครูในท้องถิ่นเป็นผู้จัดทำหลักสูตร ร่วมกับนักวิชาการในวิชาชีพนั้นๆ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ เน้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียน พร้อมทั้งปรับปรุงวิธีการวัดผลให้มีความหลากหลายรูปแบบมากยิ่งขึ้น เพื่อสะท้อนให้เห็นพัฒนาการทุกด้านของเด็ก ไม่เพียงแต่เฉพาะด้านความรู้อย่างเดียว

มาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติ

โครงการพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติ (The National Science Education Standards, NSES) เริ่มต้นขึ้นในปี 1991 และดำเนินงานสำเร็จในปี 1996 โดยมีหน่วยงานที่ทำหน้าที่รับผิดชอบคือ The National Research Council (NRC)

ลักษณะสำคัญของมาตรฐาน NSES ได้แก่

1. การปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นหน้าที่ของทุกคนที่เกี่ยวข้อง เช่น ครู ศึกษานิเทศก์ นักพัฒนาหลักสูตร สำนักพิมพ์ บุคลากรในพิพิธภัณฑ์ สอนสัตว และศูนย์วิทยาศาสตร์ รวมไปถึงนักวิทยาศาสตร์ศึกษา นักวิทยาศาสตร์และวิศวกรทั่วประเทศ ผู้บริหารโรงเรียน คณะกรรมการโรงเรียน ผู้ปกครอง สมาชิกขององค์กรภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม นักกฎหมาย และข้าราชการในหน่วยงานต่างๆ
2. มาตรฐาน NSES เน้นรูปแบบของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าผลงานทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นได้อย่างไร และการใช้กระบวนการสืบเสาะ (inquiry) ในการสร้างองค์ความรู้และทำความเข้าใจโลกรอบตัว
3. การเปลี่ยนวิธีการวัดผลประเมินผลให้มีรูปแบบที่หลากหลายมากขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับวิธีการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ
4. การเปลี่ยนแปลงอื่นๆ เช่น หลักสูตรของการฝึกหัดครู การฝึกอบรมเพื่อพัฒนาครูประจำการ และรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างโรงเรียนกับชุมชนรวมทั้งนักวิทยาศาสตร์และวิศวกร เพื่อให้การสร้างองค์ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะทางวิทยาศาสตร์กลายเป็นศูนย์กลางของการศึกษา เช่นเดียวกับการที่วิทยาศาสตร์เป็นศูนย์กลางของสังคมปัจจุบัน

มาตรฐานที่เสนอใน NSES จึงเป็นข้อเสนอแนะที่ท้องถิ่นสามารถใช้เป็นแนวทางในการสร้างมาตรฐานของตนขึ้นมา ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงลักษณะสังคม ทรัพยากรที่มีอยู่ และความต้องการของประชาชนในท้องถิ่นเป็นหลัก ไม่ได้เป็นกรอบบังคับว่าทุกรัฐจะต้องนำมาตราฐานนี้ไปใช้เหมือนกันหมด

เมื่อมีการนำมาตรฐานของ NSES ไปดำเนินการขึ้นปฏิบัติในระดับประเทศ ระดับรัฐ และระดับท้องถิ่น จะมีการติดตามไต่ถามให้คำแนะนำอยู่เสมอ เพื่อให้มั่นใจว่ามาตรฐานจะพัฒนาต่อไปในลักษณะที่ตอบสนองต่อความต้องการของนักเรียน นักการศึกษา และสังคมโดยรวม **NSES จึงเป็นสิ่งที่เปิดรับต่อการทบทวนและแก้ไขอยู่ตลอดเวลา**

ประเภทของมาตรฐาน

มาตรฐานที่ระบุไว้ใน NSES แบ่งออกได้เป็น 6 หัวข้อใหญ่ดังนี้

- (1) มาตรฐานสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์
- (2) มาตรฐานสำหรับการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์
- (3) มาตรฐานสำหรับการวัดผลในการศึกษาวิทยาศาสตร์

- (4) มาตรฐานสำหรับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์
- (5) มาตรฐานสำหรับโปรแกรมวิทยาศาสตร์ศึกษา
- (6) มาตรฐานสำหรับระบบการศึกษาวิทยาศาสตร์

การแบ่งหน้าที่รับผิดชอบเพื่อลดความซ้ำซ้อน

โรงเรียนเป็นส่วนหนึ่งของระบบการบริหารแนวตั้งที่รวมเอาเขตการศึกษา ระบบโรงเรียนของรัฐ และระบบการศึกษาของชาติไว้ด้วยกัน โรงเรียนยังเป็นส่วนหนึ่งของชุมชนที่มีองค์กรซึ่งสามารถส่งผลกระทบต่อวิทยาศาสตร์ศึกษา รวมถึงวิทยาลัยและมหาวิทยาลัย ศูนย์ศึกษาธรรมชาติ สวนสาธารณะและพิพิธภัณฑ์ องค์กรธุรกิจ ห้องปฏิบัติการ องค์กรชุมชน และสื่อต่างๆ

แม้ว่าโรงเรียนเป็นสถาบันหลักสำหรับการศึกษาแก่ประชาชน แต่องค์กรอื่น ๆ มีส่วนรับผิดชอบต่อการปรับปรุง science literacy ด้วยเช่นกัน ตัวอย่างเช่น นโยบายต่างๆ ที่มักต้องให้รัฐเป็นผู้ตัดสินใจได้แก่ เนื้อหาวิชาในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน คุณลักษณะของโปรแกรมวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติของการสอนวิทยาศาสตร์ และการวัดผล นโยบายเหล่านี้ต้องตรงกันกับวิสัยทัศน์ของวิทยาศาสตร์ศึกษาที่ระบุไว้ในมาตรฐาน NSES มิฉะนั้นการศึกษาศาสตร์จะไม่บรรลุเป้าหมายที่วางไว้

ปัจจุบันส่วนต่างๆ ของระบบการศึกษามักจะทำงานซ้ำซ้อนกัน ทำให้เกิดการสูญเสียเปล่าและความขัดแย้ง ดังนั้นหากต้องการไปถึงความเป็นเลิศทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง บุคคลและองค์กรต้องมีวิสัยทัศน์เดียวกัน

การนำ NSES ไปปฏิบัติเป็นกระบวนการที่มีขนาดใหญ่และสำคัญซึ่งต้องใช้เวลานานหลายปี ประชาชนทุกคนต้องร่วมมือกัน งานชิ้นนี้จึงจะประสบผลสำเร็จ การเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้นในระดับท้องถิ่น ความแตกต่างของบุคคล โรงเรียน และสังคม จะทำให้เกิดแนวทางหลากหลายในการปฏิรูป ความก้าวหน้าจะเป็นไปในอัตราที่แตกต่างกัน และจุดเน้นของเป้าหมายก็จะต่างกัน การปฏิรูปจะก้าวหน้าไปที่ละน้อยอย่างมั่นคงได้ต่อเมื่อทุกคนมีวิสัยทัศน์ตรงตามที่ระบุใน NSES

ไม่มีหน่วยงานใดจะสามารถดำเนินการปฏิรูปได้โดยลำพัง การทำทายนี้อาจจะขยายไปสู่ทุกคนในระบบการศึกษา รวมทั้งครู ผู้บริหาร นักการศึกษาที่ทำหน้าที่เตรียมครูวิทยาศาสตร์ นักพัฒนาหลักสูตร ผู้เชี่ยวชาญทางการวัดผล คณะกรรมการโรงเรียน หน่วยงานการศึกษาของรัฐ และรัฐบาลกลาง แม้กลุ่มที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ศึกษาอยู่นอกระบบการศึกษา เช่น นักเรียน ผู้ปกครอง นักวิทยาศาสตร์ วิศวกร นักธุรกิจ ประชาชน นักกฎหมาย และเจ้าหน้าที่ของรัฐในหน่วยงานอื่น ก็มีส่วนและบทบาทเฉพาะตนในการปรับปรุงการศึกษาที่เตรียมไว้ให้สำหรับอนาคตของชาติ

ความพยายามที่จะบรรลุวิสัยทัศน์ของวิทยาศาสตร์ศึกษาใน NSES จะใช้เวลานาน ใช้งบประมาณมาก และอาจทำให้หลายฝ่ายอึดอัดใจ แต่ก็เป็งานที่น่าตื่นเต้นและควรค่าต่อความภูมิใจ เห็นสิ่งอื่นใดคือผลประโยชน์ใหญ่หลวงที่เด็กๆ จะได้รับ เป็นหน้าที่ของรัฐซึ่งต้องลงมือปฏิบัติโดยทันทีและถือว่าเป็นงานของชาติที่มีความสำคัญที่สุด

รูปแบบการให้การศึกษานอกโรงเรียน

การศึกษานอกโรงเรียนเป็นงานที่แสดงให้เห็นถึงโอกาสที่รัฐจัดให้สำหรับประชาชนเพื่อสามารถได้รับการศึกษาตลอดชีวิต แม้จะพ้นจากระบบโรงเรียนมาแล้ว ทั้งนี้ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับความสนใจใฝ่รู้ของแต่ละบุคคล ที่จะทำการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง อีกส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับความพยายามของภาครัฐ ที่สร้างแหล่งความรู้ขึ้นเพื่อกระตุ้นความสนใจใฝ่รู้ หรือเพื่อให้บริการแก่ผู้ตั้งใจค้นคว้าหาความรู้

การให้การศึกษากับบุคคลในวัยทำงาน ควรเป็นหน้าที่ของหน่วยงานทุกหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน อันดับแรกคือหน่วยงานควรมีหน้าที่สนับสนุนการให้ความรู้และทักษะแก่บุคคลากรของตน เพื่อให้มีความสามารถทำงานในหน้าที่ได้เป็นอย่างดี อันดับต่อมา หน่วยงานต้องให้ความรู้แก่บุคคลภายนอกซึ่งต้องมีหน้าที่การงานเกี่ยวข้องกัน และประชาชนทั่วไป เมื่อประชาชนมีความรู้ความเข้าใจสิ่งต่างๆ รอบตัวมากขึ้น ก็มีความพร้อมมากขึ้นในการแก้ปัญหาและสามารถพัฒนาตนให้เป็นแรงงานที่มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ผู้ทำหน้าที่กระตุ้นเตือนให้หน่วยงานต่างๆ มีความตระหนักถึงบทบาททางด้านการศึกษาของตนคือรัฐบาลกลาง

ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ ผู้วางนโยบายในระดับประเทศและระดับรัฐได้สนับสนุนการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างโรงเรียนและแหล่งให้การศึกษานอกโรงเรียน ซึ่งมีหลากหลายดังนี้

1. พิพิธภัณฑ์สำหรับเด็กและพิพิธภัณฑ์ประวัติศาสตร์ธรรมชาติ ศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ห้องฟ้าจำลอง สวนสัตว์ พิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำ สวนพฤกษศาสตร์ วนอุทยาน สวนสาธารณะ ศูนย์ศึกษาธรรมชาติ ศูนย์ศึกษาสิ่งแวดล้อม และห้องปฏิบัติการวิจัยทางวิทยาศาสตร์
2. สื่อสิ่งพิมพ์ วิดีโอเทป การกระจายเสียงทางวิทยุและโทรทัศน์ และสื่ออิเล็กทรอนิกส์
3. องค์กรชุมชนและโครงการต่างๆขององค์กรเอกชน รวมทั้งองค์กรสำหรับเยาวชน และบริการอื่นๆในชุมชน

มีผลงานวิจัยจำนวนมากที่ยืนยันว่าประสบการณ์ที่เด็กได้รับจากการศึกษานอกโรงเรียนมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการจุดประกายความอยากรู้อยากเห็นและการให้ความสนใจแก่วิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนและความประทับใจที่ติดตัวไปจนตลอดชีวิต แหล่งวิทยาศาสตร์ศึกษานอกโรงเรียนมีประวัติศาสตร์ยาวนานในการให้บริการด้านการพัฒนาบุคลากรแก่ครู และให้ประสบการณ์ที่มีคุณค่าแก่นักเรียนและประชาชน

การศึกษาวissenschaftนอกโรงเรียน เป็นรูปแบบเดียวเท่านั้นที่จะสามารถให้บริการสำหรับการศึกษาตลอดชีวิตซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญประการหนึ่งของการปฏิรูปการศึกษา ดังนั้นผู้วางนโยบายภาครัฐ ภาคเอกชน องค์กรที่ไม่หวังผลกำไร และประชาชนทั่วไป ควรได้รับการประชาสัมพันธ์ให้มีความสำคัญดังกล่าวและให้การสนับสนุนในทุกวิถีทางเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการให้บริการการศึกษาวissenschaftนอกโรงเรียนทั้งในระดับประเทศและระดับท้องถิ่น

การสนับสนุนจากภาคเอกชน

ความวิตกกังวลเกี่ยวกับคุณภาพการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของอเมริกา เริ่มตั้งแต่ช่วงทศวรรษ 1980 เรื่อยมาจนกระทั่งมาถึงผลการสอบ TIMSS ในปี 1995 ทำให้มีการวิพากษ์วิจารณ์อย่างกว้างขวางเกี่ยวกับความจำเป็นในการปฏิรูปการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ กลุ่มองค์กรผู้บริหารภาคเอกชนซึ่งมีความกังวลใจเกี่ยวกับการขาดแคลนบุคลากรที่มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอยู่แล้ว จึงได้ร่วมกันจัดทำเอกสารนโยบายการให้ความช่วยเหลือด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ขึ้นโดยใช้ชื่อว่า The Formula for Success – A Business Leader's Guide to Supporting Math and Science Achievement

แผนปฏิบัติการของภาคธุรกิจที่สำคัญคือ

(1) เผยแพร่ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการตั้งกฎเกณฑ์ใหม่ในการรับสมัครบุคคลเข้าทำงาน โดยเน้นการพิจารณา **ความสามารถทางวิชาการ** มีการทำความเข้าใจกับโรงเรียน ผู้ปกครอง และนักเรียนผ่านทางกิจกรรมที่ทำอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ และพยายามนำเสนอให้มีการระบุเกณฑ์เกี่ยวกับทักษะและความสามารถทางวิชาการไว้ในมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาของรัฐหรือของท้องถิ่น

(2) สนับสนุนโปรแกรมการเตรียมครูที่เข้มข้นมากขึ้น โดยครูต้องมีความรู้ที่ดีในด้านวิชาการควบคู่ไปกับการนำความรู้ที่มีอยู่ไปใช้ในห้องเรียนได้อย่างประสบผลสำเร็จ

ในสายตาของภาคเอกชน **โรงเรียนเป็นรากฐานของเศรษฐกิจ** ถ้าโรงเรียนผลิตนักเรียนที่มีทักษะด้อย ผลที่ตามมาก็คือ การเสียเวลา การเสียเงิน และการขาดแคลนแรงงานที่มีความสามารถสูง ฝ่ายธุรกิจเอกชนรู้้อยู่แก่ใจว่า เด็กอเมริกันที่จบจากโรงเรียนมัธยมในปัจจุบันนี้ไม่มีทักษะเพียงพอที่จะประสบความสำเร็จในหน้าที่การงาน งานบางอย่างที่ต้องการผู้มีพื้นฐานทางวิชาการดีมักจะหาผู้สมัครไม่ได้ เนื่องจากคุณภาพไม่ถึง และการจะรับคนที่ด้อยคุณภาพเข้ามาฝึกอบรมเอาเองก็ไม่คุ้มเพราะปัจจุบันค่าฝึกอบรมแพงมาก ทางที่คุ้มทุนกว่าในระยะยาวคือการร่วมมือกับภาครัฐในการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา ทั้งนี้เพื่ออนาคตของเยาวชน เพื่อความอยู่รอดของธุรกิจ และเพื่อรักษาความเป็นผู้นำทางเศรษฐกิจของประเทศ

รูปแบบที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

มาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติของอเมริกา ซึ่งให้ความจำเป็นในการบริหารแบบรวมศูนย์ หากต้องการเห็นการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในสังคม องค์ประกอบต่างๆ ที่กล่าวไว้ในมาตรฐาน ทำให้เราทราบว่า การปฏิรูปทางการศึกษาเป็นงานใหญ่ ต้องมีการเปลี่ยนแปลงในทุกส่วนที่เกี่ยวข้องไปพร้อมๆ กัน จะละทิ้งส่วนใดส่วนหนึ่งไปไม่ได้

ดังนั้นหากประเทศไทยจะดำเนินการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา สิ่งจำเป็นที่สุดคือ **ผู้นำที่ยึดมั่นในอุดมการณ์และเป้าหมายของการปฏิรูปอย่างมั่นคง** นโยบายที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามการเมือง งบประมาณผูกพันตามแผนปฏิบัติการระยะยาวซึ่งน่าจะใช้เวลาประมาณ 25-50 ปีขึ้นไป และหน่วยงานที่ทำหน้าที่รับผิดชอบในงานปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาโดยตรงเพื่อผลักดันให้มีการดำเนินงานตามแผน และติดตามประเมินผลงานที่ได้กระทำไปแล้ว

ประชาชนทุกคนต้องมีความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์

เป้าหมายสำคัญประการหนึ่งของการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของอเมริกาคือ การทำให้ประชาชนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ สิ่งนี้มีความจำเป็นต่อประเทศไทยด้วยเช่นกัน เพราะความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งที่มีผูกพันกับรูปแบบชีวิตประจำวันของบุคคลและก่อให้เกิดประเด็นปัญหาใหม่ๆ ขึ้นมาในสังคมอย่างไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ หากประชาชนไม่มีความรู้ความเข้าใจ การแก้ปัญหาและการจัดการชีวิตจะไม่เป็นไปในทิศทางที่ถูกต้อง

ระบบการศึกษานอกโรงเรียน เพื่อการศึกษาตลอดชีวิต ซึ่งรวมทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน สื่อมวลชน ทุกรูปแบบ ต้องรับรู้บทบาทและภาระหน้าที่ใหม่ของตนในการสร้างสังคมที่ประชาชนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีการวางแผนงานทั้งระยะสั้นและระยะยาวเพื่อดำเนินการอย่างจริงจัง และต่อเนื่อง ภารกิจข้อนี้จึงจะประสบความสำเร็จ

เป้าหมายเพื่อสร้างคน

จากเป้าหมายการศึกษาแห่งชาติที่ประธานาธิบดีคลินตันประกาศไว้ใน Goals 2000 มีข้อหนึ่งกล่าวว่า นักเรียนอเมริกันต้องสอบแข่งขันวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ระดับนานาชาติได้เป็นที่หนึ่ง ประเทศไทยคงไม่นำแนวความคิดเช่นนี้มาใช้วางเป้าหมายการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะสิ่งที่สำคัญกว่าความเป็นที่หนึ่งในโลกคือการสร้างระบบการศึกษาที่เด็กมีส่วนร่วมในการศึกษาวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง จนสามารถมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในโลกปัจจุบันและอนาคต

การพัฒนาคนเพื่อเศรษฐกิจพอเพียง

การพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทย น่าจะดำเนินไปในลักษณะที่สอดคล้องกับพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียง หรือเศรษฐกิจเพื่อการพึ่งตนเอง มิใช่เพื่อเป็นผู้นำทางเศรษฐกิจของโลก การเรียนรู้อุบัติศาสตร์จึงต้องเน้นความเกี่ยว

เนื่องกับชีวิตประจำวัน การนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้แก้ปัญหาและพัฒนาความเป็นอยู่ของประชาชน การเปิดโอกาสให้เด็กได้เรียนรู้จากครูชาวบ้านเพื่อถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่น เป็นต้น

รูปแบบการเรียนการสอนและเนื้อหาต้องสนุกและน่าสนใจ

หากเป้าหมายวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทยคือ Science Literacy for All การศึกษาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนต้องมีรูปแบบการเรียนการสอนและเนื้อหาที่ดึงดูดความสนใจใคร่รู้ของผู้เรียนทุกคนและทุกระดับความสามารถ ไม่เพียงแต่เฉพาะเด็กที่มีความถนัดทางด้านวิทยาศาสตร์

วิชาวิทยาศาสตร์จะมีความน่าสนใจมากขึ้นหากเราสอนคอนเซ็ปต์วิทยาศาสตร์ในลักษณะ **บูรณาการ** กับวิชาอื่น ไม่แยกออกมาเป็นวิชาเดี่ยวๆ โดยวิธีการเช่นนี้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะไม่แปลกแยก เพราะเด็กได้รับรู้ถึงแง่มุมด้านอารมณ์ สุนทรียศาสตร์ ความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติ วิธีการที่เราศึกษาธรรมชาติ และความรับผิดชอบที่เราควรมีต่อธรรมชาติ เด็กสามารถยอมรับคอนเซ็ปต์วิทยาศาสตร์โดยผ่านทางแง่มุมที่ตนมีความถนัด ทำให้มีความเพลิดเพลินในการเรียนรู้มากขึ้น

หัวใจของการปฏิรูปคือครูผู้สอน

ครูเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการปฏิรูปการศึกษา นักปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของอเมริกาตระหนักถึงความสำคัญข้อนี้ดีเพราะได้บทเรียนจากยุคสบูตินิกว่าหากไม่มีการทุ่มเทมุ่งมั่นอย่างต่อเนื่องเกี่ยวกับการพัฒนาครูและการจัดการโรงเรียน โอกาสที่จะบรรลุวัตถุประสงค์ความเป็นเลิศทางการศึกษาของชาติจะไม่มีวันสำเร็จ

การมีมาตรฐานการศึกษาเป็นเพียงส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้การปฏิรูปการศึกษาบรรลุวัตถุประสงค์ มาตรฐานไม่ใช่คทาวิเศษ แค่การมีมาตรฐาน การประเมินคุณภาพ และการวัดความน่าเชื่อถือจะไม่สามารถทำให้นักเรียนมีความสามารถทางวิชาการมากขึ้น นอกเสียจากว่าได้มีการเตรียมครูเพื่อพานักเรียนไปจนถึงจุดหมาย

สำหรับประเทศไทย คงต้องยอมรับว่าสังคมของเราคู่กันเคยกับการสอนแบบพึ่งตำราและครูเป็นศูนย์กลาง การจะให้ครูเปลี่ยนทั้งเนื้อหาที่ต้องสอน พร้อมกับวิธีการเรียนการสอนที่จะให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง คงต้องใช้เวลาและทรัพยากรมากกว่าที่เคยทำมาในอดีต

การปฏิรูปหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง

รัฐต้องทำการปฏิรูปงานอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนได้แก่ งานพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ งานการวัดผลในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ งานกำหนดเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ งานพัฒนาโปรแกรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน งานวางระบบการศึกษาวิทยาศาสตร์ ซึ่งงานต่างๆเหล่านี้ต้องทำไปพร้อมกันทั้งหมด และต้องอาศัยความร่วมมือจากทั้งครูผู้สอน นักวิทยาศาสตร์ศึกษา นักจิตวิทยาการศึกษา นักสังคมศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ และภาคเอกชน

สิ่งสำคัญที่ผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายพึงตระหนักไว้ก็คือ การปฏิรูปการศึกษาไม่มีวันสิ้นสุด ตราบใดที่สังคมยังต้องเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา การศึกษาก็ต้องเปลี่ยนแปลงไปด้วยเช่นกัน