T
1028

XOCHIMILCO SERVICIOS DE INFORMACION
ARCHIVO HISTORICO

86906

86906

XOCHIMILCO SERVICIOS DE INFORMACION
ARCHIVO HISTORICO

Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco
División de Ciencias Sociales y Humanidades
Doctorado en Ciencias Sociales

EVALUACIÓN DEL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN

TESIS

Que para obtener el grado de

Doctor en Ciencias Sociales

con Especialidad en

Economía y Gestión de la Innovación

PRESENTA

RENÉ CABALLERO HERNÁNDEZ

DIRECTOR DE TESIS: DR. ARTURO ÁNGEL LARA RIVERO
CO-TUTOR DE TESIS: JUAN MANUEL CORONA ALCÁNTAR

México, D. F., a 19 de octubre de 2010

XOCHIMILCO SERVICIOS DE INFORMACION
ARCHIVO HISTORICO

DEDICATORIA

Esta es en partes iguales para mi madre, para mi familia y para Sara Moreno.

Para mi madre, porque, como dice Luis Cernuda (en versión libre), "Gracias por el ejemplo, porque me demuestras a diario que el ser humano es noble y bueno. Nada importa que tan pocos seres humanos lo sean. Una persona (tú) tan solo basta como demostración de toda la nobleza y bondad humana."

Para Bibiana, Emiliano y Valentina (en estricto orden cronológico), porque son el motivo que me mantiene en el camino buscando la utopía, el combustible que me permite seguir adelante tratando de alcanzar la luz al final del túnel. Por favor no dejen de caminar conmigo, para seguir haciendo camino al andar; para mis hermanos, porque, aunque separados por la distancia, ellos saben que siempre hemos estado en el mismo barco, en ese en el que nadie se rinde; para mis sobrinas (os): Gladys, Abigail, Mónica, Kevin y Karina (también en estricto orden cronológico), esperando que mi esfuerzo les sirva como canon o como inspiración o como espejo; y para Rubén, por ser un modelo de responsabilidad, trabajo-duro y solidaridad digno de emularse.

Y para Sara Moreno, porque, cuando todas las demás luces se han extinguido, cual Galadriel, siempre aparece con una Luz de Eärendil que me ayuda a salir con vida de la cueva o Antro de Ella-Laraña.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco, primero que nada, a mi Director y a mi co-tutor de Tesis. Al Dr. Arturo Lara, por su entera y permanente disposición a escuchar mis frecuentemente descabelladas ideas, por sus sugerencias siempre lúcidas para des-empantanar este largo proceso de investigación y por su apoyo de amigo, más que de Director de tesis. Al Dr. Juan Manuel Corona, por acompañar y alimentar la última fase de esta investigación, tal vez la más difícil, porque sus comentarios siempre acertados sin duda me ayudaron a enriquecer la tesis en su conjunto, y porque su apoyo incondicional y su amistad vienen de lejos: de los tiempos de la Facultad de Economía.

También agradezco al núcleo de profesores del Posgrado en Economía y Gestión de la Innovación: Dra. Gabriela Dutrénit, Dr. Alexandre Oliveira y Dr. Daniel Villavicencio, porque con calma, perseverancia y dedicación de seres de otro mundo han logrado lo que en este país parece misión imposible: formar a toda una generación de maestros y doctores sin más interés que por amor al oficio. Sospecho que cuando empezaron este proyecto no imaginaron la gran difusión y reconocimiento internacional que llegaría a tener.

Extiendo mi agradecimiento al Dr. Miguel Ángel Rivera Ríos, porque ha acompañado mi formación desde el principio: fue mi director de tesis de licenciatura y mi sínodal tanto en la maestría como ahora en el doctorado; y porque en este largo tiempo he tenido la suerte de pasar de ser su alumno a ser su colega y su amigo.

Por último, también agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su apoyo financiero y a la Universidad Autónoma Metropolitana por haberme dado la oportunidad de participar en uno de sus posgrados de excelencia.

TABLA DE CONTENIDO ABREVIADA

INTRODUCCIÓN GENERAL **1**

CAPÍTULO I. EPISTEMOLOGÍA NATURALIZADA: UNA VÍA PARA EVALUAR EL PROGRESO CIENTÍFICO A NIVEL DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA **11**

INTRODUCCIÓN 11

1. UBICACIÓN DE LA EPISTEMOLOGÍA NATURALIZADA 11

2. RASGOS Y VENTAJAS DE LA EPISTEMOLOGÍA NATURALIZADA 15

3. LA EPISTEMOLOGÍA NATURALIZADA 17

4. METODOLOGÍA PARA ESTUDIAR EL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN CON LA EPISTEMOLOGÍA NATURALIZADA 55

5. CONCLUSIONES 56

CAPÍTULO II. EL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN Y SU PRÁCTICA DE CONSENSO **58**

INTRODUCCIÓN 58

1. UBICACIÓN HISTÓRICA Y ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA 58

2. LA PRIMERA PRÁCTICA DE CONSENSO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN 65

3. ORIGEN Y ELEMENTOS BÁSICOS DE LA PRIMERA PRÁCTICA DE CONSENSO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN 66

4. CARACTERIZACIÓN DE LA PRIMERA PRÁCTICA DE CONSENSO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN 73

5. CONCLUSIONES 86

CAPÍTULO III. LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE BENGT-ÅKE LUNDVALL Y SU APORTE AL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN **88**

INTRODUCCIÓN 88

1. ORIGEN Y ELEMENTOS BÁSICOS Y NOVEDOSOS DE LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE BENGT-AKE LUNDVALL 88

2. APORTES DE LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE LUNDVALL AL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN ... 121

3. CONCLUSIONES 134

CAPÍTULO IV. LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE RICHARD NELSON Y SUAPORTE AL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUEDE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN **136**

INTRODUCCIÓN 136

1. ORIGEN Y ELEMENTOS BÁSICOS Y NOVEDOSOS DE LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE RICHARD NELSON 136

2. APORTES DE LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE NELSON AL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN 143

3. CONCLUSIONES 147

CAPÍTULO V. LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE CHARLES EDQUIST Y SU APORTE AL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN 149

INTRODUCCIÓN 149

1. ORIGEN Y ELEMENTOS BÁSICOS Y NOVEDOSOS DE LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE CHARLES EDQUIST 149

2. APORTES DE LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE CHARLES EDQUIST AL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN ... 180

3. CONCLUSIONES 193

CAPÍTULO VI. LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE JORGE NIOSI Y SU APORTE AL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN 195

INTRODUCCIÓN 195

1. ORIGEN Y ELEMENTOS BÁSICOS Y NOVEDOSOS DE LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE JORGE NIOSI 195

2. APORTES DE LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE JORGE NIOSI AL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ESNI 218

3. CONCLUSIONES 226

CAPÍTULO VII. PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN 228

INTRODUCCIÓN 228

1. RECUENTO DE LAS VARIEDADES DE PROGRESO CIENTÍFICO EXPERIMENTADAS POR LAS PRÁCTICAS INDIVIDUALES DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN 228

2. NATURALEZA Y DIRECCIÓN DEL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN 245

3. CONCLUSIONES 250

CONCLUSIONES GENERALES 252

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 259

TABLA DE CONTENIDO DESGLOSADA

PORTADA I

DEDICATORIA II

AGRADECIMIENTOS III

TABLA DE CONTENIDO ABREVIADA IV

TABLA DE CONTENIDO DESGLOSADA VI

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS XV

INTRODUCCIÓN GENERAL 1

PLANTEAMIENTO 1

JUSTIFICACIÓN Y CONTRIBUCIÓN ORIGINAL 5

OBJETIVO 5

HIPÓTESIS 5

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN 6

METODOLOGÍA 6

ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACIÓN 9

CAPÍTULO I. EPISTEMOLOGÍA NATURALIZADA: UNA VÍA PARA EVALUAR EL PROGRESO CIENTÍFICO A NIVEL DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA 11

INTRODUCCIÓN 11

1. UBICACIÓN DE LA EPISTEMOLOGÍA NATURALIZADA 11

2. RASGOS Y VENTAJAS DE LA EPISTEMOLOGÍA NATURALIZADA 15

3. LA EPISTEMOLOGÍA NATURALIZADA 17

3.1. Descripción general del progreso científico 18

3.2. El progreso científico y las idealizaciones o modelos 20

3.3. Definición del progreso científico 21

3.3.1. La Estructura, la dinámica y las fuentes de variación de la cognición individual 21

3.3.2. Progreso científico a nivel de la práctica individual 27

3.3.2.1. El lenguaje científico y el progreso conceptual 28

3.3.2.2. Las preguntas científicas y el progreso erotético 31

3.3.2.3. Los enunciados aceptados y su progreso..... 33

3.3.2.4. Los patrones de argumento general y el progreso explicativo 35

3.3.2.5. Los paradigmas de autoridad y su progreso..... 37

3.3.2.6. La sabiduría experimental y su progreso..... 39

3.3.2.7. Los ejemplares y principios metodológicos y su progreso. 39

3.3.2.8. Descripción del progreso científico a nivel de la práctica individual 40

3.3.3. Progreso científico a nivel de la práctica de consenso..... 44

3.3.3.1. Lo novedoso de la teoría del progreso científico de Kitcher45

3.3.3.2. Definición del progreso científico a nivel de la práctica de consenso 46

3.3.3.3. Progreso científico a nivel de la práctica de consenso y su relación con las metas 47

3.3.3.4. Descripción del progreso científico a nivel de la práctica de consenso 49

4. METODOLOGÍA PARA ESTUDIAR EL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN CON LA EPISTEMOLOGÍA NATURALIZADA 55

5. CONCLUSIONES 56

CAPÍTULO II. EL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN Y SU PRÁCTICA DE CONSENSO 58

INTRODUCCIÓN 58

1. UBICACIÓN HISTÓRICA Y ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA 58

2. LA PRIMERA PRÁCTICA DE CONSENSO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN..... 65

3. ORIGEN Y ELEMENTOS BÁSICOS DE LA PRIMERA PRÁCTICA DE CONSENSO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN..... 66

3.1. Origen de la primera práctica de consenso del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación y algunos de sus rasgos fundamentales..... 66

3.2. Otros elementos de la primera práctica de consenso del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación 69

3.3. Esbozos de evaluación de la primera práctica de consenso del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación 71

4. CARACTERIZACIÓN DE LA PRIMERA PRÁCTICA DE CONSENSO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN..... 73

4.1. El lenguaje..... 73

4.2. Las preguntas significativas..... 77

4.3. Los enunciados aceptados 79

4.4. Los esquemas explicativos 82

4.5. Los paradigmas de autoridad 84

4.6. La sabiduría experimental 85

4.7. Los ejemplares y principios metodológicos 86

5. CONCLUSIONES 86

CAPÍTULO III. LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE BENGT-ÅKE LUNDVALL Y SU APORTE AL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN 88

INTRODUCCIÓN 88

1. ORIGEN Y ELEMENTOS BÁSICOS Y NOVEDOSOS DE LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE BENGT-AKE LUNDVALL 88

1.1. Origen y ontegénesis de la práctica individual de Lundvall 89

1.2. Los elementos básicos de la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación de Lundvall 92

1.3. Implicaciones de adoptar una definición "ámplia" de los Sistemas Nacionales de Innovación 95

1.4. Ubicación y primera valoración teórica del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación por parte de Lundvall 95

1.4.1. Teoría subyacente a la práctica individual de Lundvall 96

1.4.2. Fortaleza del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación y vías para impulsar su progreso científico 99

1.5. Propuestas puntuales de la práctica individual de Lundvall para impulsar el progreso científico del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación 102

1.5.1. Innovación: un proceso interactivo, acumulativo y social 103

1.5.2. Límites y Estructura de los Sistemas Nacionales de Innovación 107

1.5.3. Fuentes de innovación de los Sistemas Nacionales de Innovación 112

1.5.4. Re-definiendo al Sistema Nacional de Innovación 119

1.5.5. ¿Cómo analiza los Sistemas Nacionales de Innovación la práctica individual de Lundvall? 120

2. APORTES DE LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE LUNDVALL AL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN 121

2.1. Progreso conceptual impulsado por la práctica individual de Lundvall 122

2.1.1. Progreso conceptual en el término clave "Sistema Nacional de Innovación" 123

2.1.2. Progreso conceptual en el término clave "cambio técnico" 124

2.1.3. Progreso conceptual en el término clave "Sistema Nacional de Innovación amplio" 126

2.2. Progreso erotético impulsado por la práctica individual de Lundvall 127

2.2.1. Progreso erotético en la pregunta relacionada con el origen de la innovación 128

2.3. Progreso en los enunciados aceptados fomentado por la práctica individual de Lundvall 128

2.3.1. Progreso científico por la reformulación y enriquecimiento de los enunciados aceptados EA_{15} y EA_{20} 129

2.3.2. Progreso científico por la introducción de un nuevo enunciado aceptado sobre las fuentes del proceso de innovación 130

2.4. Progreso explicativo impulsado por la práctica individual de Lundvall 131

2.4.1. Progreso explicativo por introducir un nuevo esquema sobre los "estilos de innovación" 132

2.4.2. Progreso explicativo por introducir un nuevo esquema sobre la estructura y los límites de los Sistemas Nacionales de Innovación 133

2.5. Progreso en los principios metodológicos impulsado por la práctica individual de Lundvall 134

3. CONCLUSIONES 134

CAPÍTULO IV. LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE RICHARD NELSON Y SUAPORTE AL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUEDE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN 136

INTRODUCCIÓN 136

1. ORIGEN Y ELEMENTOS BÁSICOS Y NOVEDOSOS DE LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE RICHARD NELSON 136

1.1. ¿Qué tipo de aportación hace la práctica individual de Nelson? 137

1.2. Los elementos básicos de la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación de Nelson 139

1.3. Hechos estilizados identificados por la práctica individual de Nelson 141

1.4. Evaluación crítica de la práctica individual de Nelson 142

2. APORTES DE LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE NELSON AL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN 143

2.1. Progreso erotético impulsado por la práctica individual de Nelso 144

2.2. Progreso en los enunciados aceptados impulsado por la práctica individual de Nelson 145

2.3. Progreso explicativo impulsado por la práctica individual de Nelson... 146

2.4. Progreso en la sabiduría experimental impulsado por la práctica individual de Nelson 146

2.5. Progreso en los principios metodológicos impulsado por la práctica individual de Nelson 147

3. CONCLUSIONES 147

CAPÍTULO V. LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE CHARLES EDQUIST Y SU APORTE AL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN 149

INTRODUCCIÓN 149

1. ORIGEN Y ELEMENTOS BÁSICOS Y NOVEDOSOS DE LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE CHARLES EDQUIST 149

1.1. El Enfoque de los Sistema de Innovación como herramienta para estudiar los Sistemas Nacionales de Innovación. 150

1.2. El Enfoque de los Sistemas de Innovación 151

1.2.1. El Enfoque de los Sistemas de Innovación y el estudio de la innovación 152

1.2.2. Características del Enfoque de los Sistemas de Innovación 153

1.2.3. Raíces teóricas del Enfoque de los Sistemas de Innovación 154

1.2.4. *Status* teórico del Enfoque de los Sistemas de Innovación 157

1.2.5. Propuesta general para impulsar el progreso científico del Enfoque de los Sistemas de Innovación 158

1.3. La teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación de Charles Edquist 159

1.3.1. Ubicación y caracterización general de la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación de Edquist 160

1.3.2. Innovación, proceso de innovación y "propensión a innovar" 162

1.3.3. Los "determinantes" de los Sistemas Nacionales de Innovación 164

1.3.3.1. Los componentes principales de los Sistemas Nacionales de Innovación y sus relaciones 165

1.3.3.2. Función general y determinantes de los Sistemas Nacionales de Innovación 167

1.3.3.3. Las actividades de los Sistemas Nacionales de Innovación 170

1.3.3.4. Interrelación entre actividades y componentes de los Sistemas Nacionales de Innovación 176

1.3.3.5. ¿Cómo estructurar estudios de caso con la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación de Edquist? 177

2. APORTES DE LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE CHARLES EDQUIST AL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN 180

2.1. Progreso conceptual impulsado por la práctica individual de Edquist 180

2.1.1. Progreso conceptual en el término clave "innovación" 181

2.1.2. Progreso conceptual en el término clave "institución" 182

2.1.3. Progreso conceptual en el término clave "Sistema Nacional de Innovación" 183

2.1.4. Progreso conceptual en el término clave "sistema" 183

2.2. Progreso erotético impulsado por la práctica individual de Edquist 184

2.2.1. Progreso erotético vinculado con la interrelación entre los componentes principales de los Sistemas Nacionales de Innovación 185

2.2.2. Progreso erotético asociado con los determinantes de los Sistemas Nacionales de Innovación 185

2.2.3. Progreso erotético coligado con la interrelación de componentes principales y actividades de los Sistemas Nacionales de Innovación 185

2.3. Progreso en los enunciados aceptados impulsado por la práctica individual de Edquist 186

2.3.1. Progreso en los enunciados aceptados por contestar la pregunta sobre la relación entre organizaciones e instituciones 186

2.3.2. Progreso en los enunciados aceptados por responder la pregunta sobre los determinantes de los Sistemas Nacionales de Innovación 187

2.3.3. Progreso en los enunciados aceptados por responder la pregunta sobre la interrelación entre componentes principales y actividades de los Sistemas Nacionales de Innovación 188

2.4. Progreso explicativo impulsado por la práctica individual de Edquist 189

2.4.1. Progreso explicativo por proponer una teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación basada en las actividades 190

2.4.2. Progreso explicativo por generalizar la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación basada en las actividades 191

2.5. Progreso en la sabiduría experimental impulsado por la práctica individual de Edquist 191

2.5.1. Progreso experimental por realizar una investigación empírica "basada teóricamente" 192

2.6. Progreso en los principios metodológicos impulsado por la práctica individual de Edquist 193

3. CONCLUSIONES 193

CAPÍTULO VI. LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE JORGE NIOSI Y SU APORTE AL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN 195

INTRODUCCIÓN 195

1. ORIGEN Y ELEMENTOS BÁSICOS Y NOVEDOSOS DE LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE JORGE NIOSI 195

1.1. Propuesta general para impulsar el progreso científico del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación 196

1.2. Ubicación y elementos básicos de la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación de Niosi 197

1.2.1. Ubicación: El Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación como la última fase del estudio del proceso de innovación 197

1.2.2. Elementos fundamentales de la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación de Niosi 198

1.2.2.1. ¿Qué es la innovación? 199

1.2.2.2. Definición y estructura de los Sistemas Nacionales de Innovación 199

1.3. Incidencia de los cambios estructurales experimentados por el capitalismo en la posguerra en los Sistemas Nacionales de Innovación 201

1.4. Aportes de la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación de Niosi al progreso científico del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación 203

1.4.1. Convergencia *versus* especialización: la naturaleza de los Sistemas Nacionales de Innovación abiertos 204

1.4.2. Los Sistemas Nacionales de Innovación como "Sistemas Complejos Evolutivos" 208

1.4.3. Los Sistemas Nacionales de Innovación como "Sistemas Complejos Dinámicos" 211

1.4.4. ¿Cómo medir los Sistemas Nacionales de Innovación? 214

1.4.4.1. Medición de los Sistemas Nacionales de Innovación en el Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación 214

1.4.4.2. Internacionalización de las actividades innovadoras 216

1.4.4.3. Vías para medir el desempeño de los Sistemas Nacionales de Innovación 216

2. APORTES DE LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE JORGE NIOSI AL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ESNI 218

2.1. Progreso conceptual impulsado por la práctica individual de Niosi 219

2.1.1. Progreso conceptual en el término clave "sistema" 219

2.1.2. Progreso conceptual en el término clave "Sistema Nacional de Innovación" 220

2.1.3. Progreso conceptual en el término clave "brecha tecnológica" 221

2.2. Progreso erotético alentado por la práctica individual de Niosi 221

2.3. Progreso en los enunciados aceptados estimulado por la práctica individual de Niosi 222

2.4. Progreso explicativo impulsado por la práctica individual de Niosi 223

2.5. Progreso en la sabiduría experimental inducido por la práctica individual de Niosi 224

2.5.1. Progreso experimental por medir el grado de apertura de los Sistemas Nacionales de Innovación 225

2.5.2. Progreso experimental por medir el desempeño de los componentes de los Sistemas Nacionales de Innovación 225

2.6. Progreso en los principios metodológicos impulsado por la práctica individual de Niosi 226

3. CONCLUSIONES 226

CAPÍTULO VII. PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN 228

INTRODUCCIÓN 228

1. RECUENTO DE LAS VARIEDADES DE PROGRESO CIENTÍFICO EXPERIMENTADAS POR LAS PRÁCTICAS INDIVIDUALES DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN 228

1.1. Variedades de progreso científico impulsadas por la práctica individual de Lundvall 229

1.1.1. Progreso científico en el lenguaje de la práctica individual de Lundvall 229

1.1.2. Progreso científico en las preguntas significativas de la práctica individual de Lundvall 230

1.1.3. Progreso científico en los enunciados aceptados de la práctica individual de Lundvall 231

1.1.4. Progreso científico en los esquemas explicativos de la práctica individual de Lundvall 232

1.2. Variedades de progreso científico alentadas por la práctica individual de Nelson 233

1.2.1. Progreso científico en las preguntas significativas de la práctica individual de Nelson 233

1.2.2. Progreso científico en los enunciados aceptados de la práctica individual de Nelson 234

1.2.3. Progreso científico en los esquemas explicativos de la práctica individual de Nelson 234

1.2.4. Progreso científico en la sabiduría experimental de la práctica individual de Nelson 235

1.3. Variedades de progreso científico promovidas por la práctica individual de Edquist 235

1.3.1. Progreso científico en el lenguaje de la práctica individual de Edquist 235

1.3.2. Progreso científico en las preguntas significativas de la práctica individual de Edquist 236

1.3.3. Progreso científico en los enunciados aceptados de la práctica individual de Edquist 237

1.3.4. Progreso científico en los esquemas explicativos de la práctica individual de Edquist 240

1.3.5. Progreso científico en la sabiduría experimental de la práctica individual de Edquist 241

1.4. Tipos de progreso científico experimentados por la práctica individual de Niosi 241

1.4.1. Progreso científico en el lenguaje de la práctica individual de Niosi 241

1.4.2. Progreso científico en las preguntas significativas de la práctica individual de Niosi 242

1.4.3. Progreso científico en los enunciados aceptados de la práctica individual de Niosi 243

1.4.4. Progreso científico en los esquemas explicativos de la práctica individual de Niosi 243

1.4.5. Progreso científico en la sabiduría experimental de la práctica individual de Niosi 243

1.5. Resumen de las variedades de progreso científico impulsadas por las prácticas individuales de Lundvall, Nelson, Edquist y Niosi 244

2. NATURALEZA Y DIRECCIÓN DEL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN 245

2.1. Progreso científico del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación a nivel de sus prácticas individuales 245

2.2. Progreso científico del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación a nivel de su práctica de consenso 247

3. CONCLUSIONES 250

CONCLUSIONES GENERALES 252

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 259

LISTA DE CUADROS Y DE FIGURAS

INTRODUCCIÓN GENERAL

Figura I.1. Evolución del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación de 1982 a 2010 2

CAPÍTULO I

Figura 1.1. Progreso científico incremental 13

Figura 1.2. Progreso científico discontinuo 13

Figura 1.3. Estructura y dinámica de la cognición individual 23

Figura 1.4. Progreso científico a nivel de la práctica individual 41

Figura 1.5. Primera modalidad de progreso científico a nivel de la práctica de consenso 50

Figura 1.6. Segunda modalidad de progreso científico a nivel de la práctica de consenso54

CAPÍTULO II

Figura 2.1. Estructura del Enfoque de los Sistemas de Innovación 61

Cuadro 2.1. Términos clave y sus potenciales de referencia de la primera práctica de consenso del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación 74

Cuadro 2.2. Preguntas significativas de la primera práctica de consenso del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación 77

Cuadro 2.3. Enunciados aceptados (EA) de la primera práctica de consenso del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación 79

Cuadro 2.4. Esquemas explicativos de la primera práctica de consenso del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación 82

Cuadro 2.5. Paradigmas de autoridad de la primera práctica de consenso del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación 84

CAPÍTULO III

Cuadro 3.1. Las seis nociones de teoría de las ciencias sociales 97

Figura 3.1. Modelo de I&D o Modelo Lineal de Innovación Tecnológica 105

Figura 3.2. Mapa del Sistema Nacional de Innovación "estrecho" con base en el Modelo Triple Hélice II 110

Figura 3.3. Mapa del Sistema Nacional de Innovación "estrecho" con base en el Modelo Triple Hélice III 110

Figura 3.4. Mapa del Sistema Nacional de Innovación de Lundvall 111

Figura 3.5. Núcleo central del Sistema Nacional de Innovación de Lundvall 111

Cuadro 3.2. Cuatro perspectivas diferentes en el análisis económico 113

Cuadro 3.3. Dimensiones del Sistema Nacional de Innovación 118

Cuadro 3.4. Rasgos generales de la Teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación de Lundvall 120

CAPÍTULO V

Figura 5.1. Determinantes y consecuencias de los Sistemas de Innovación 159

Figura 5.2. Taxonomía de Innovaciones de Edquist 163

Cuadro 5.1. Términos clave de la teoría de los Sistemas Nacional es de Innovación de Edquist 169

Cuadro 5.2. *Survey* de las formas de clasificar las actividades de los Sistemas Nacionales de Innovación en el Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación 170

Cuadro 5.3. Taxonomía de las actividades clave en los Sistemas Nacionales de Innovación de Edquist 175

Cuadro 5.4. Modelo para estructurar los estudios de caso propuesto por Edquist 179

CAPÍTULO VI

Figura 6.1. Evolución de los sistemas de innovación nacionales y locales 207

Cuadro 6.1. Temas compartidos por la Economía Evolutiva, el Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación y las Ciencias de la Complejidad (Dinámica de Sistemas) 209

Figura 6.2. Síntesis teórica "prometedora" para impulsar el progreso científico del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación propuesta por Edquist 213

CAPÍTULO VII

Cuadro 7.1. Variedades de progreso científico alentadas por las prácticas individuales de Lundvall, Nelson, Edquist y Niosi entre 1982 y 2010 244

Figura 7.1. Evolución del progreso científico del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación 248

INTRODUCCIÓN GENERAL

PLANTEAMIENTO

Aunque algunos de sus modos de referencia fueron esbozados por otros autores desde el Siglo XVIII,[1] la noción de Sistema Nacional de Innovación es de manufactura relativamente reciente, porque fue elaborada en los 1980 para ayudar a explicar un proceso de innovación crecientemente complejo.

Christopher Freeman introdujo este concepto en 1982 para desafiar al análisis estándar de la competitividad (centrado en los sueldos y en las tasas de cambio) ya que, desde su punto de vista, también existe una "competitividad estructural", la cual se basa en factores tales como las instituciones, la tecnología y los recursos humanos.

La propuesta básica de la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación de Freeman es que el proceso de innovación no sólo depende de las actividades que realizan las empresas, sino también del entorno que las rodea, es decir, de un conjunto de organizaciones e instituciones dedicadas a apoyar a los agentes innovadores, al cual este autor denomina Sistema Nacional de Innovación.

La teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación de Freeman se consolidó a principios de los 1990 con la formación de una comunidad científica dedicada exclusivamente a estudiar la estructura, la naturaleza y la dinámica de los Sistemas Nacionales de innovación. A esta comunidad científica se le denomina, en el marco de la presente investigación, Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación. La figura I.1 ilustra la evolución de este esfoque desde que Freeman introdujo el concepto de Sistema Nacional de Innovación hasta nuestros días.

---

[1]. Dentro del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación se acepta como cierta la idea de que un precursor del concepto de Sistema Nacional de Innovación fue Friederich List, quien en 1841 sugirió la noción de Sistema Nacional de Producción como el hilo conductor para impulsar el *catching up* de Alemania frente a Inglaterra en el Siglo XVIII. Recientemente, de Liso (2006) ha señalado que otro precursor de este concepto fue Charles Babbage, pues en su libro *Reflections on the Decline of Science in England and Some of its Causes* de 1830 ya consideraba las fuerzas económicas que perfilan el cambio tecnológico, la importancia del conocimiento científico y el papel que juegan las instituciones. Incluso Reinert y Reinert (2003) sugieren que el *Breve Trattato* del mercantilista napolitano Antonio Serra de 1613 constituye un "Sistema Nacional de Innovación anticipado" (*an early National System of Innovation*), porque en él se abordan los ingresos crecientes y las causalidades acumulativas, dos mecanismos clave en el Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación

Figura I.1. *Evolución del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación de 1982 a 2010*

- Amplia difusión del concepto de SNI.
- Reestructuración del ESNI:
  - Aparición de nuevos conceptos —> ESI —> ESNI sólo parte del ES
  - Análisis de varios ángulos de El SNI —> COCI dedicada a aspectos

1980s: Aparición y Configuración del ESNI

1982 — 1990-1993 — 1997 — Revaloración teórica del ESNI: apologistas y críticos del

Aparición del Concepto SNI

- Freeman (1982)
- Lundvall (1985)
- Freeman (1987)
- Dosi et al. (1988)

Establecimiento Del ESNI y Aparición de las PIND fundamentales

- Lundvall (1992)
- Nelson (1993)
- Chesnais (1990)
- Niosi (1993)

Aparición del ESI

- Edquist (1997)
- Se sugiere que el ESNI experimenta estancamiento teórico.
- Afianzamiento de la PIND de Edquist

Notas

SNI: *Sistema Nacional de Innovación*
ESI: *Enfoque de los Sistemas de Innovación.*
ESNI: Enfoque de los Sistemas nacionales de Innovación.
PIND: *práctica individual*

FUENTE: *ELABORACIÓN PROPIA*

La figura I.1 muestra que, a principios de los 1990, con la publicaron de los libros de Lundvall (1992), donde se trata de impulsar el desarrollo teórico del concepto de Sistema Nacional de Innovación, y de Nelson (1993), en el cual por primera vez se generaliza la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación de Freeman, el Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación experimentó dos efectos: primero, la difusión acelerada de la noción de Sistema Nacional de Innovación entre los *Policy Makers*, a tal grado que hoy en día no hay gobierno (federal, estatal y municipal) ni organismo internacional que eluda en su discurso la importancia de los Sistemas Nacionales de Innovación; y, se segundo, el impulsó del progreso científico de este enfoque.

El progreso científico experimentado por el Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación a principios de los 1990 se manifestó de tres maneras: i) el afianzamiento del concepto de Sistema Nacional de Innovación entre los expertos del área de la Economía de la Innovación, ii) el cambio de su estructura, que tiene que ver, por una parte, con la aparición de nuevos conceptos cuyo objetivo es analizar los sistemas de innovación a niveles sub-nacionales y supra-nacionales[2] y, por otra, con la configuración del meta-enfoque denominado por Edquist (1997) Enfoque de los Sistemas de Innovación, el cual agrupa a todos los autores que estudian los sistemas de innovación a distintos niveles y que comparten la visión de la teoría de sistemas y los postulados teóricos de la economía evolutiva y de la teoría neo-institucionalista y iii) la aparición de estudios que analizan los sistemas de innovación desde distintos ángulos: nacional, comparativo, sub-nacional, teórico, empírico, estudio de caso, etc.

La figura I.1 también muestra que, a fines de los 1990, la fase de progreso científico extensiva del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación (ESNI) se agotó porque, una vez que sus esquemas explicativos se establecieron entre los miembros de esta comunidad científica, su generalización dejó de tener importancia y pasó a primer plano la investigación de sus elementos controversiales, o sea, su revaloración teórica.

---

[2] Por ejemplo, los conceptos sistema regional de innovación, sistema sectorial de innovación y sistema tecnológico de innovación.

La revaloración teórica del ESNI inició con el artículo de Edquist (1997). Sin embargo, lo que comenzó como una autocrítica pronto se convirtió en una oleada de reproches al ESNI por su "estancamiento teórico". En este sentido, Mietinnen (2002) y Archibugi *et al.* (1999) apuntan que la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI) está estancada teóricamente porque: i) ha privilegiado el análisis *ex post* sobre el *ex ante*, ii) ha desdeñado la acción consciente de los agentes, iii) no ha profundizado en las relaciones que se establecen entre los sistemas tanto a nivel geográfico como a nivel sectorial, iv) se ha centrardo en el aprendizaje interactivo, v) no ha abordado los aspectos de poder involucrados en el proceso de innovación, vi) no ha solucionado la "ambigüedad conceptual",[3] vii) no ha formalizado sus propuestas y viii) la internacionalización de las actividades innovadoras ha minado la influencia de los SNI y ha favorecido la incidencia de los sistemas de innovación sub-nacionales y supra-nacionales.[4]

En este mismo sentido, otros autores (Dosi y Grazzi, 2006; Becker, 2004) han afirmado, primero, que el estancamiento teórico no es privativo del ESNI, sino que afecta también a la teoría de la innovación en general y a la teoría de las rutinas organizacionales; y, segundo, que la falta de progreso científico se debe a que en esas áreas se ha privilegiado el análisis a nivel "empírico" (el de la representación, donde se construyen las impresiones y experiencias) por sobre el análisis a nivel "perceptual" (el de los acontecimientos reales, donde "ocurre la acción") y a nivel "profundo" (el de las estructuras, mecanismos o tendencias).

Para contrarrestar el supuesto "estancamiento teórico", en el ESNI se ha propuesto "rescatar el espíritu" de la teoría de los SNI de Freeman (Lundvall 2005), realizar análisis comparativos de los SNI (Nelson 1993), analizar la dinámica de los SNI identificando los "determinantes" de estos sistemas (Edquist,

---

[3]. Este problema tiene que ver, según Edquist (1997), con que en el ESNI i) no se clarifican los conceptos centrales, ii) se le asignan distintas definiciones a los mismos conceptos, iii) no se especifican los límites de los Sistemas Nacionales de Innovación, iv) se discute escasamente cuál es la función o propósito del sistema, v) no se identifican claramente los insumos ni los resultados del Sistemas Nacionales de Innovación y vi) se pasa por alto la definición del nivel de análisis.

[4]. El argumento más radical de esta corriente crítica es que el ESNI ha sido incapaz de convertirse en una teoría formal porque el SNI es, en última instancia, una entelequia: algo inexistente porque la globalización tiende a borrar las fronteras nacionales (a debilitar la incidencia del entorno nacional en la innovación) y porque los elementos y relaciones a los que alude son insuficientes para constituir un verdadero sistema (de hecho, desde este punto de vista, sólo el japonés podría considerarse un "verdadero" SNI).

2009) y realizar una "síntesis teórica" con las propuestas del ESNI, de la Economía Evolutiva y de las ciencias de la complejidad (Niosi 2003, 2004).

La tensión entre críticos y defensores de la teoría de los SNI ha dado lugar, tal vez sin proponérselo, a una "aparente paradoja": el ESNI puede experimentar un crecimiento constante (la ampliación de esta comunidad científica y la difusión acelerada entre los *Policy Makers*) sin contar con gran fortaleza teórica y sin impulsar su progreso científico.

Desde nuestro punto de vista, esta incongruencia se debe a que, tanto los críticos como los apologistas del ESNI, en vez de preocuparse por lo esencial: evaluar el progreso científico del ESNI, se han dedicado a enfatizar únicamente algunas debilidades o fortalezas de este enfoque.

JUSTIFICACIÓN Y CONTRIBUCIÓN ORIGINAL

En este sentido, la presente investigación, dedicada a evaluar el progreso científico del ESNI, es importante y significativa por tres razones: i) porque la paradoja a la que aludimos anteriormente persiste hasta nuestros días, ii) porque desde los primeros años del nuevo milenio un tema recurrente en el ESNI ha sido la búsqueda de vías para impulsar su "desarrollo teórico", lo cual implica solucionar dicha paradoja y iii) porque, como se señaló anteriormente, ni los críticos ni los apologistas del ESNI se han preocupado por registrar y medir el progreso científico de dicho enfoque para apoyar sus argumentos a favor y en contra de él.

OBJETIVO

La presente investigación se propone explicar la paradoja de marras evaluando la naturaleza y dirección del progreso científico del ESNI en el período 1982-2010.

HIPÓTESIS

Esta investigación sostiene que las prácticas individuales del ESNI sí han impulsado su progreso científico en el período 1982-2010, pero que dicho esfuerzo

todavía no se manifiesta en la sustitución de la primera práctica de consenso de este enfoque.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Para poner a prueba esta hipótesis, la presente investigación se basa en las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Ha experimentado progreso científico el Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación en el período 1982-2010?
2. En el caso de que la pregunta # 1 tenga una respuesta afirmativa, ¿cuál es la naturaleza y dirección del progreso científico que ha experimentado el Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación en el período 1982-2010?

METODOLOGÍA

La presente investigación identifica tres vías para alcanzar su objetivo: i) comparar directamente todas las teorías que sobre los SNI se han elaborado en el ESNI y determinar cuál de ellas resulta mejor científicamente hablando, ii) comparar las teorías que sobre los SNI se han elaborado en el ESNI con una teoría que tenga gran poder para explicar la naturaleza y dirección de sistemas sociales complejos tales como los SNI, por ejemplo, con la Teoría de los Sistemas Complejos Adaptables de Holland (2004), con el fin de establecer cuál de las teorías del ESNI incorpora más elementos de dicha teoría y iii) aplicar una metodología que permita evaluar la naturaleza y dirección del progreso científico del ESNI en su conjunto a lo largo del tiempo.

La primera ruta es difícil de seguir porque tiene dos grandes desventajas: i) la gran cantidad de teorías que conforman el ESNI daría lugar a una matriz de teorías inmanejable y ii) si no se introduce en el análisis un "criterio de demarcación" que establezca qué es buena ciencia y qué no lo es, al final la elección de cualquiera de las teorías tendrá una gran dosis de subjetividad.

A primera vista, la segunda vía parece ser muy prometedora, porque la Teoría de los Sistemas Complejos Adaptables ha demostrado su utilidad para

estudiar fenómenos sociales y porque, como demuestra la presente investigación, una de las insuficiencias del ESNI es que las distintas teorías que lo conforman utilizan una noción muy laxa de "sistema".[5] Sin embargo, esta forma de evaluar el progreso científico es problemática porque también tiene dos desventajas: i) el resultado de esta evaluación sólo mostraría una fotografía de qué tanto han incorporado las distintas teorías de los SNI los "Siete Básicos" de la Teoría de los Sistemas Complejos Adaptables de John Holland y ii) dicha evaluación no ayudaría a identificar las potencialidades que tiene cada teoría para estudiar los SNI ni el progreso científico del ESNI en el tiempo.

Más allá de las desventajas que tienen estas primeras dos vías para analizar el progreso científico, aquí se considera que ambas comparten una característica que les impide ser un medio eficaz para alcanzar el objetivo de la presente investigación: la utilización de cualquiera de estos dos métodos implica analizar el progreso científico a nivel de las teorías y de los enunciados, lo cual es imposible de hacer cuando, como ocurre en el caso del ESNI, aun no se cuenta con teorías formalmente desarrolladas.

El tercer método consiste en analizar el progreso científico mediante la "Epistemología Naturalizada", metodología propuesta por Kitcher (1993). Desde este punto de vista, el progreso científico es un proceso complejo que se lleva a cabo al mismo tiempo en las tres dimensiones de una *comunidad científica*:[6] el estado cognitivo de los científicos individuales (lo que ocurre en la mente de veteranos y aprendices), la *práctica individual* de cada sub-comunidad científica[7] y

---

[5]. Quienes más han impulsado el progreso científico del ESNI fortaleciendo la noción de "sistema" son Edquist y Niosi, pero incluso la noción de sistema que aplican estos autores al estudio de los SNI resulta limitada si se compara con la sofisticación teórica y con el instrumental de la teoría de los Sistemas Complejos Adaptables.

[6]. Una comunidad científica está formada por sub-comunidades científicas que, a su vez, están constituidas por científicos veteranos y por aprendices dedicados a estudiar un tema en alguna área de la ciencia.

[7]. La *Práctica individual* es: i) la manera específica en que una sub-comunidad científica investiga; ii) una entidad multidimensional formada por las siete actividades que ejecutan los científicos de una sub-comunidad científica para desempeñar su labor: el lenguaje, las preguntas significativas, los enunciados aceptados, los esquemas explicativos, los paradigmas de autoridad, la sabiduría experimental y los ejemplares metodológicos, iii) una adaptación o modalidad de la práctica de consenso y iv) el reflejo del estado cognitivo de los científicos que la conforman.

la *práctica de consenso* de la comunidad científica en su conjunto,[8] y se define como el mejoramiento progresivo de una *práctica de consenso* respecto a otra en un área de la ciencia.

Como el progreso científico involucra también el mejoramiento de las prácticas individuales, es conveniente explicar cómo se relacionan ambos sub-procesos. Empecemos por acotar que cada sub-comunidad científica compite tanto consigo misma como con las demás y que en el mediano plazo esta competencia provoca que unas prácticas individuales adquieran crédito y que otras lo pierdan. Las prácticas individuales que llegan a acumular más crédito adquieren *reconocimiento de autoridad*, una especie de derecho para incorporar sus avances a la práctica de consenso. Así es como la práctica de consenso se actualiza e impulsa el progreso científico a nivel de la comunidad científica. En el largo plazo, la acumulación de crédito de unas prácticas individuales se refleja en la disminución de la variedad en la comunidad científica, es decir, en la exclusión de las sub-comunidades científicas que no lograron introducir mejoras a la práctica de consenso. La disminución de la variedad continúa hasta que una sub-comunidad científica llega a prevalecer sobre las demás y logra imponer una nueva práctica de consenso.

Operativamente, el estudio del progreso científico del ESNI mediante la Epistemología Naturalizada constituye un reto porque implica, por un lado, describir la estructura de dicho enfoque (sus sub-comunidades científicas), su práctica de consenso y sus prácticas individuales; y por otro, adaptar a nuestro objeto de estudio los indicadores que se utilizan para medir el progreso científico en sus distintas dimensiones, lo cual no siempre es posible.

Pero más allá de los problemas involucrados en la aplicación de este tercer método, en la presente investigación se decidió adoptarlo por las siguientes razones: i) porque se considera que es el más indicado para analizar el progreso

[8]. La *práctica de consenso* es una forma de investigar que comparte el conjunto de la comunidad científica, está formada por los mismos componentes de una práctica individual y también es el reflejo cognitivo de los científicos que la conforman. Al igual que la práctica individual, la práctica de consenso puende considerarse una *propiedad emergente* porque, aunque es producto de las relaciones que establecen los agentes y meta-agentes que la conforman, llega a erigirse en un ente que perfila el accionar de sus componentes.

científico en áreas donde todavía no existen teorías formales, como es el caso del ESNI, ii) porque, a diferencia de los primeros dos métodos, este método implica analizar el progreso científico desde distintos ángulos a nivel de una comunidad científica, o sea, no limita el análisis de ese proceso al plano de las teorías y de los enunciados, sino que lo extiende al nivel de las prácticas de consenso, que incluye estas dos dimensiones mas otras cinco, iii) porque propone indicadores en cada dimensión de la práctica de consenso, lo cual autoriza hacer una evaluación objetiva del progreso científico, iv) porque permite hacer una evaluación más dinámica del progreso científico dado que brinda la posibilidad de ubicar los avances de cada sub-comunidad en el tiempo y v) porque abre la posibilidad de incluir las ventajas de otro tipo de evaluaciones, por ejemplo, la de extender el estudio de los SNI hacia teorías más abarcantes para estudiarlo con herramientas teóricas tales como la Teoría de los Sistemas Complejos Adaptables.

ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACIÓN

Para alcanzar su objetivo (evaluar la naturaleza y dirección del progreso científico del ESNI en el período 1982-2010), la presente investigación procede de la siguiente manera. En un primer momento (capítulo I) se muestra cómo a mediados de los 1970 la filosofía de la ciencia se vio en la necesidad de analizar el progreso científico a niveles de análisis distintos a los de los enunciados y las teorías. Este marco sirve para ubicar la aparición de la teoría del progreso científico de Kitcher (la cual se basa en el mejoramiento de las prácticas de consenso) y para exponer sus elementos básicos.

Posteriormente (capítulo II) se justifica la utilización de la teoría de Kitcher para evaluar el progreso científico del ESNI y se establecen las bases de la evaluación, primero, perfilando la comunidad científica que se dedica al estudio de los SNI (esto implica ubicar al ESNI como parte del Enfoque de los Sistemas de Innovación y describir su estructura y evolución histórica) y, segundo, identificando y describiendo la práctica de consenso de esta comunidad científica.

En un tercer momento se exponen las teorías de los SNI de Bengt-Åke Lundvall (capítulo III), Richard Nelson (capítulo IV), Charles Edquist (capítulo V) y

Jorge Niosi (capítulo VI), así como sus aportes al progreso científico del ESNI. Con esto se perfilan las prácticas individuales y se identifican las fuentes del progreso científico del ESNI.

En un cuarto momento, tomando como base la evidencia recabada a lo largo de la tesis, se evalúa el progreso científico de la comunidad científica en su conjunto (el ESNI). (Capítulo VII)

Finalmente, se presentan las conclusiones de la presente investigación y el trabajo pendiente.

CAPÍTULO I
EPISTEMOLOGÍA NATURALIZADA: UNA VÍA PARA EVALUAR EL PROGRESO CIENTÍFICO A NIVEL DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA

INTRODUCCIÓN

La presente investigación busca evaluar el progreso científico del ESNI para responder a la paradoja que sugiere que este enfoque ha logrado afianzarse como comunidad científica y extenderse entre los *Policy Makers* sin contar con una gran fortaleza científica.

Para alcanzar su objetivo, la presente investigación necesita contar con una teoría que permita evaluar el progreso científico del ESNI. La teoría elegida es la "Epistemología Naturalizada", que fue propuesta por Philip Kitcher (1993).

La importancia de este capítulo reside en que expone los lineamientos generales de la "Epistemología Naturalizada", dotando así a la presente investigación de la vía que necesita para llevar a cabo su objetivo. Sin embargo, antes de detallar dicha teoría (apartado 3), se ubica a la "Epistemología Naturalizada" dentro de la filosofía de la ciencia (apartado 1), se caracteriza dicha metodología y se argumenta por qué es mejor que otras para evaluar el progreso científico del ESNI (apartado 2). Luego, se explica cómo se aplica esta teoría del progreso científico al estudio del ESNI en la presente investigación (apartado 4). Por último, se presenta un apartado de conclusiones del capítulo (apartado 5).

1. UBICACIÓN DE LA EPISTEMOLOGÍA NATURALIZADA

En el marco de la presente investigación se considera que la ciencia no es una empresa individual, sino un sistema complejo multi-dimensional que involucra a un grupo de científicos tratando de producir conocimiento. Como esta noción de ciencia se refiere a varias cosas (una institución social, los investigadores, el proceso de investigación, el método de investigación y el conocimiento científico), el concepto de progreso adjunto a ella también puede adquirir varios significados, dependiendo del aspecto de la ciencia al que se refiera; en otras palabras, aquí se afirma que pueden existir varias definiciones de progreso científico. Sin embargo,

la definición de progreso científico relevante para la presente investigación es la que se refiere al incremento o avance del conocimiento científico, o sea, a los logros de la ciencia en cuanto a la búsqueda de conocimiento (el progreso cognitivo).

En su dimensión cognitiva, el concepto de progreso tiene un carácter axiológico (normativo)[9] porque establece que una secuencia "progresiva" está formada por etapas y, en general, cada etapa es superior a su predecesora *en cierto sentido*, o sea, *B* es superior a *A* en cuanto a algún criterio de "bondad".

El progreso científico involucra tres aspectos. El primero de ellos tiene que ver con el objetivo que persigue, es decir, con cómo se concibe la empresa científica. Existen dos posiciones al respecto: i) el progreso científico es *descriptivo* cuando se asume que el objetivo de la ciencia es describir las propiedades y las relaciones de los fenómenos y ii) el progreso científico es *teórico* cuando se supone que el objetivo de la ciencia es formular teorías que expliquen por qué dichas propiedades y relaciones son lo que son.

El segundo aspecto se relaciona con la manifestación o comportamiento del progreso científico. En este caso se reconoce que el progreso científico asume dos formas extremas: i) un patrón incremental que refleja la incorporación gradual de logros antiguos en teorías actuales (figura 1.1.) y ii) un patrón discontinuo que revela episodios revolucionarios en los cuales nuevas, superiores teorías derrotan y reemplazan a las antiguas (figura 1.2.).

El tercero y último aspecto del progreso científico alude a su "naturaleza de bondad", o sea, al criterio de progresividad que permite establecer cuando la ciencia ha alcanzado su objetivo. La filosofía de la ciencia registra, entre otros, los siguientes indicadores del progreso científico: el éxito predictivo, la verosimilitud o convergencia con la verdad (Peirce, Popper), la *consiliense*[10] (Whewell), la

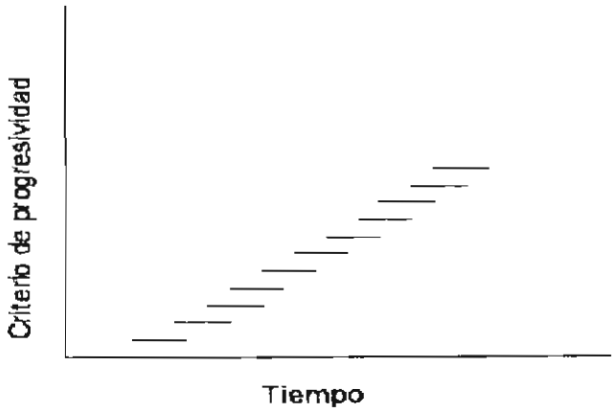
---

[9]. Según Niiniluoto (1995), este rasgo distingue al progreso de términos tales como "cambio" y "desarrollo" porque estos últimos son más neutrales y descriptivos.

[10]. Esto puede definirse como la incorporación progresiva de diversos hallazgos experimentales bajo un número decreciente de principios generales. El ejemplo clásico de *consiliense* es la Teoría mecánica de Newton, quien para hacer su teoría compiló hallazgos de otras teorías acerca del movimiento de los planetas, el movimiento de los péndulos, etc. Whewell ilustró la idea de *consiliense* con las afluentes de un río.

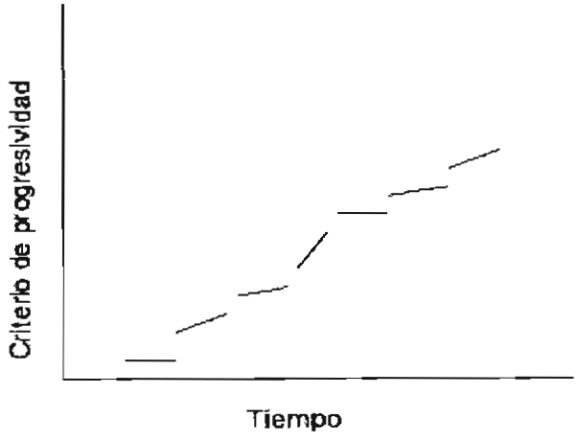
reducción (Nagel), la incorporación con exceso de contenido corroborado (Lakatos), la convergencia asintótica de cálculos (Bohr) y la efectividad para resolver problemas (Laudan).

Figura 1.1. Progreso científico incremental



Fuente: Losee (2004: 1)

Figura 1.2. Progreso científico discontinuo



Fuente: Losee (2004: 1)

Las distintas teorías del progreso científico llegan a diferenciarse por el énfasis que ponen en uno o más de estos tres elementos.

Como en otras áreas, en la filosofía de la ciencia también existe una teoría convencional del progreso científico. Aunque, dependiendo el autor, se le denomina de distintas maneras –Aguirre (2009) la denomina "Concepción Heredada"; Kitcher (1993) la nombra "la Leyenda"–, se ha llegado a establecer que la teoría convencional del progreso científico tiene tres elementos centrales: i) considera a la ciencia como una actividad individual, desempeñada por un científico particular, ii) sostiene que el objetivo de la ciencia es conocer "la verdad" mediante la *descripción* de la "estructura del mundo", o sea, a través de la descripción de las "propiedades y relaciones de los fenómenos" y iii) apunta que el progreso se comporta como un proceso acumulativo/incremental en el cual las teorías actuales incorporan gradualmente los logros antiguos. En suma, la teoría convencional del progreso científico lo concibe como un proceso *descriptivo* realizado por científicos individuales cuyo objetivo es conocer la verdad.

La teoría convencional del progreso científico prevalece hasta nuestros días (ver Bird 2007, 2008; Niiniluoto 1980/2007). Sin embargo, la literatura registra que desde 1930 han aparecido nuevas teorías del progreso científico, las cuales enfatizan aspectos distintos a los privilegiados por la teoría convencional del progreso científico.

En la posguerra, las nuevas teorías del progreso científico desafiaron la idea de la acumulatividad. Según Nagel (1961, 1982), el progreso científico se manifiesta como una "reducción heterogénea" porque las nuevas teorías incluyen términos que no provienen de las teorías anteriores. Feyerabend (1962, 1965) es incluso más radical que Nagel en este aspecto, porque su "tesis de la inconmensurabilidad" sugiere que las teorías exitosas de mayor nivel no incorporan a sus predecesoras. Pero el desafío más grande a la teoría convencional en este sentido provino de Kunh (1962) quien, al igual que Cohen (1985), de plano sostiene que el progreso científico no sigue un patrón incremental, sino uno discontinuo, según el cual cada cierto tiempo la ciencia experimenta una revolución que la lleva a cambiar de paradigma.

En la posguerra, las nuevas teorías del progreso científico también desafiaron la idea de que el objetivo de la ciencia es encontrar la verdad. Popper (1959, 1963, 1972), por ejemplo, señala que el progreso científico se caracteriza por la sustitución de teorías (incorporación) y por la búsqueda de la verosimilitud. Recientemente, Niiniluoto (1980/2007, 1984, 1999) apoya la idea de la verosimilitud desde una perspectiva acumulativa del progreso científico.

Más recientemente, las nuevas teorías del progreso científico han dirigido sus críticas hacia el supuesto de la teoría convencional del progreso científico que sostiene que la ciencia es una actividad individual. En otras palabras, las nuevas teorías del progreso científico señalan que es necesario analizar este proceso a niveles que trasciendan los enunciados y las teorías. En este sentido se pronuncian, por ejemplo, Lakatos (1970), quien propone estudiar el progreso científico a nivel del programa de investigación; Laudan (1977), quien sugiere analizarlo a nivel de la tradición de investigación; y Kitcher (1993), quien plantea abordar el progreso científico a nivel de la comunidad científica.

Una revisión exhaustiva de las teorías del progreso científico que existen, o una simple comparación entre ellas que informe sobre los elementos que privilegian, rebasa el marco de la presente investigación. Quien tenga interés en profundizar en este tema puede acudir al libro de Loose (2004), que desde nuestro punto de vista es una excelente introducción al estudio del progreso científico y un interesante ejercicio comparativo de las distintas teorías que existen.

Si en este capítulo se ha aludido a estos asuntos es porque ellos permiten ubicar a la teoría del progreso científico de Philip Kitcher en un escenario más amplio y porque aportan los elementos básicos para, en el siguiente apartado, realizar una caracerización general de ella que resalte sus ventajas para estudiar el progreso científico del ESNI.

2. RASGOS Y VENTAJAS DE LA EPISTEMOLOGÍA NATURALIZADA

A pesar de que la teoría convencional del progreso científico ha sido desafiada por las nuevas teorías, en la actualidad aun sigue vigente porque no ha podido ser sustituida en todas sus partes.

Este apartado muestra que, aunque se presenta como una alternativa a la teoría convencional, la teoría del progreso científico de Kitcher sólo es una amalgama de refinamientos de aquella teoría, de ideas de sus críticos y de contribuciones de filósofos, historiadores, sociólogos y científicos cognitivos contemporáneos que trata de proporcionar una imagen de cómo avanza la ciencia.

Primero, en cuanto a su finalidad, esta teoría del progreso científico rechaza que el objetivo de la ciencia sea solamente *describir* las propiedades y las relaciones de los fenómenos y se inclina por la opción de que la ciencia busca la verosimilitud[11] mediante un *proceso teórico* que implica la formulación de teorías para explicar por qué dichas propiedades y relaciones son lo que son.

Segundo, en cuanto al comportamiento del progreso científico, esta teoría del progreso científico está en desacuerdo con el patron incremental, según el cual las nuevas teorías incorporan gradualmente los logros antiguos, pero también se opone a quienes piensan que las nuevas teorías *sustituyen completamente* los postulados de las teorías antiguas. La postura de esta teoría es que las nuevas prácticas de consenso llevan a cabo un proceso de filtración de los esquemas explicativos que consiste en conservar los esquemas correctos, en mejorar los esquemas imperfectos y en incorporar nuevos esquemas cuando estos son capaces de responder correctamente las preguntas significativas.

Y tercero, en cuanto a la "naturaleza de bondad", o sea, al criterio de progresividad que permite establecer cuando la ciencia ha experimentado progreso científico, esta teoría del progreso científico no está de acuerdo con ninguno de los criterios que se han propuesto. Su oposición se justifica porque parte de que la ciencia no es una actividad individual, sino una colectiva; y que, por tanto, el progreso científico no se verifica a nivel de las teorías y de los enunciados, sino a nivel de la comunidad científica. En este sentido, el criterio de progresividad que se adopta es el cambio de "prácticas de consenso", o sea, que el progreso científico se verifica cuando una práctica de consenso es sustituida por otra.

---

[11]. Esto implica rechazar la idea de que el objetivo de la ciencia es conocer "la verdad" y, por el contrario, estar de acuerdo con quienes postulan que la verdad es inalcanzable y que la ciencia sólo puede, en el mejor de los casos, acercarse a la verdad (tesis de la verosimilitud).

Ahora bien, ¿por qué usar la Epistemología Naturalizada para evaluar el progreso científico del ESNI y no otra teoría del progreso científico? La presente investigación esgrime tres argumentos. Primero, porque se parte de que la ciencia no es una actividad individual, sino un sistema complejo multidimensional y, por tanto, la evaluación de su progreso no puede limitarse a los ámbitos de las teorías y de los enunciados. Una ventaja de esta teoría del progreso científico es que realiza el análisis de este proceso en siete dimensiones, entre las cuales se incluyen la de los esquemas explicativos o teorías y la de los enunciados.

Segundo, porque se acepta que el ESNI todavía no ha llegado a constituirse en una teoría formal. Por tanto, se considera improcedente aplicar una teoría del progreso científico enfocada exclusivamente en evaluar la generalidad (qué tanto se aplican a todas las situaciones) y la consistencia (qué tanto cuentan con la estructura de un sistema axiomático-deductivo) de sus enunciados. En este caso, la Epistemología Naturalizada cuenta con dos ventajas (es multidimensional y se aplica a nivel de la comunidad científica) que le permiten evaluar el progreso científico del ESNI a pesar del escaso desarrollo de sus enunciados aceptados y de sus esquemas explicativos.

Y tercero, la Epistemología Naturalizada no sólo propone analizar el progreso científico en varias dimensiones, sino que cuenta con indicadores para medir el progreso científico en cada una de ellas, o sea, con variedades de progreso científico.

3. LA EPISTEMOLOGÍA NATURALIZADA

Este apartado expone más detalladamente la teoría del progreso científico de Kitcher. Se empieza describiendo la dinámica general del progreso científico a partir de concebir a la ciencia como una actividad colectiva y de establecer que el progreso científico tiene que ver tanto con lo que ocurre en la cabeza de los científicos como con lo que pasa en las sub-comunidades científicas y en la comunidad científica en su conjunto (sub-apartado 3.1). Posteriormente, se establece que esta teoría del progreso científico es válida para analizar tanto áreas donde ya existen teorías generales como áreas donde sólo hay modelos

(sub-apartado 3.2.). Luego se construye una definición de progreso científico aplicable a la comunidad científica en su conjunto que, sin embargo, surge a partir de lo que pasa a nivel cognitivo y a nivel de la práctica individual (sub-apartado 3.3.). Finalmente, se explica cómo se aplicará esta teoría del progreso científico para investigar dicho proceso en el caso particular del ESNI (sub-apartado 3.4.).

3.1. Descripción general del progreso científico

Los puntos de partida de la teoría del progreso científico de Kitcher son, por una parte, que el progreso científico no es una alteración del estado cognitivo de un científico individual, sino un proceso constituido por varias fases que se desenvuelve al nivel más agregado (la comunidad científica), pero que se alimenta de lo que ocurre simultáneamente en los niveles inferiores (las sub-comunidades científicas y el estado cognitivo de los científicos); y, por otra, que el progreso científico es un proceso continuo donde tanto los grandes acontecimientos como los pequeños episodios se configuran de manera complicada a partir de los pensamientos y los actos diarios de *pequeños grupos de científicos*.

La *comunidad científica* se define como un grupo de investigadores que se dedican a estudiar un tema en un área particular de la ciencia[12] y que comparten, en lo fundamental, una forma de llevar a cabo su labor.

En toda comunidad científica hay "autoridades en la materia", es decir, un pequeño grupo de científicos que es respetado por el resto de sus colegas y por el público en general, cuya posición privilegiada le permite dictar los asuntos significativos y proponer soluciones pertinentes a los problemas existentes. Este sub-grupo de pensadores es muy importante porque su estructura y evolución perfilan el progreso científico de la comunidad científica en su conjunto.

Las "autoridades en la materia" se estructuran a su vez en sub-comunidades científicas, las cuales están compuestas por un científico veterano y por varios aprendices. Cada veterano tiene una forma específica de investigar, o sea, una *práctica individual* que difunde entre sus aprendices. Los aprendices, por

[12]. Los economistas, sociólogos, físicos, etc. conformarían *meta-comunidades científicas*, en la medida en que son grupos de científicos dedicados a estudiar todos los temas de una disciplina científica.

su parte, son científicos jóvenes que se vinculan a un vetarano con la intención de construir, en el futuro, su propia manera de investigar, la cual dependerá de su ontogénesis intelectual (el estado cognitivo con que cuenta el aprendiz cuando inicia su fase de entrenamiento en alguna sub-comunidad científica), de la credibilidad que hereda del veterano que comanda la sub-comunidad científica a la que se vincula y de cómo evoluciona el modo de investigar en la comunidad científica en su conjunto. Mientras no se independicen los aprendices, la forma de investigar de las sub-comunidades científicas es la que detentan y difunden sus veteranos.

Todas las prácticas individuales son distintas. Sin embargo, una parte de la forma en que investiga cada sub-comunidad está presente en las demás. Esa porción del modo de investigar que comparten todas las sub-comunidades es lo que cohesiona a una comunidad científica y es a lo que se denomina *práctica de consenso*. Por tanto, aunque cada veterano tiene una práctica individual, también respalda la práctica de consenso porque su forma de investigar es una modalidad de aquella.

Entre los veteranos también hay distinciones, porque algunos de ellos gozan de mayor autoridad/credibilidad que otros. Esta distinción entre veteranos es importante porque, cuando hay temas controvertidos (asuntos que no forman parte de la práctica de consenso), los veteranos con más credibilidad imponen su visión no sólo sobre la comunidad en su conjunto, sino también sobre los demás veteranos.

Una práctica individual aumenta su credibilidad cuando el resto de la comunidad científica acepta y valora la nueva información que genera; viceversa, una práctica individual pierde credibilidad cuando el resto de la comunidad científica rechaza la nueva información que genera. La práctica individual que pierde mucha credibilidad es excluida del grupo de "autoridades en la materia".

Las prácticas individuales que triunfaron en la primera fase del progreso científico (aquellas que adquirieron más credibilidad porque el resto de la comunidad científica adoptó la información que generaron) adquieren el derecho de permanecer entre las "autoridades en la materia" en la segunda fase y de

perfilar a la nueva práctica de consenso con sus prácticas individuales mejoradas. Esto implica que la segunda fase del progreso científico inicia con una nueva estructura de la comunidad científica, en la cual algunos veteranos son excluidos del grupo de "autoridades en la materia", otros permanecen y afianzan su posición y algunos aprendices se constituyen en nuevos veteranos.

La práctica de consenso cambia por las modificaciones de las prácticas individuales, las prácticas individuales se alteran como resultado de la variación de los estados cognitivos de los científicos y los estados cognitivos se metamorfosean debido a las interacciones *asociales* (intercambios con la naturaleza y las reflexiones propias, que implica averiguar cosas por uno mismo) y a los *intercambios sociales* (conversaciones entre iguales: veterano-veterano, aprendiz-aprendiz, que implica confiar en los demás). Si el progreso científico es un proceso emergente de este tipo, el siguiente paso es especificar cómo se desenvuelve en cada uno de estos niveles y cómo la conexión y retroalimentación de dichos sub-procesos permite definirlo como *el mejoramiento de la práctica de consenso de una comunidad científica*.

3.2. El progreso científico y las idealizaciones o modelos

Cuando las ciencias no pueden ofrecer generalizaciones sin excepciones (teorías), se conforman con proponer idealizaciones (modelos). ¿La utilización de modelos en una ciencia afecta el progreso científico en esa área?

Antes de responder esa pregunta, cabe definir qué es un modelo. Un modelo, una idealización científica, es como un cuento, ya que conserva la idea nueva acerca de la dependencia explicativa a la vez que ofrece una manera sencilla de hacer resaltar las características más importantes de dicha dependencia.

Por tanto, los modelos ("idealizaciones de teorías") llegan a ser verdaderos en virtud de las convenciones. Y esta base de los modelos (las convenciones) llega a adquirir valor si cumple con dos requisitos: i) si logra reconocer una dependencia que no había sido tomada en cuenta anteriormente, y ii) si ayuda a articular detalladamente la forma de la dependencia explicativa haciendo

abstracción de algunas entidades o propiedades que complican las situaciones reales.

El modelo es útil en aquellos campos de estudio donde no se pueden ofrecer generalizaciones sin excepciones y, por tanto, es un sustituto apropiado dado que la búsqueda de la "verdad exacta" en esos campos enterraría nuestras ideas acerca de la dependencia explicativa en una masa de complicaciones inextricables. Por tanto, también puede explorarse el progreso científico aun cuando no nos refiramos a teorías, sino a modelos.

3.3. Definición del progreso científico

En este sub-apartado se define el progreso científico. Esto implica, primero, especificar cómo se lleva acabo el progreso científico a nivel cognitivo (3.3.1), a nivel de la práctica individual (3.3.2) y a nivel de la práctica de consenso (3.3.3); segundo, explicar cómo estos tres procesos se complementan y se retroalimentan; y, tercero, describir tanto las variedades que asume el progreso científico como los indicadores que permiten investigar su existencia en un caso particular. En las tres partes de este sub-apartado emprendemos estas tareas.

3.3.1. La estructura, la dinámica y las fuentes de variación de la cognición individual

La teoría convencional del progreso científico asume una concepción básica de la actividad mental (cognición individual). Esta concepción se denomina "proposiciones-en-una-caja" porque describe a la mente como una especie de recipiente que contiene enunciados declarativos (proposiciones). Según la teoría convencional del progreso científico, *todos* los miembros de una comunidad científica empiezan el progreso cognitivo con una caja llena de las mismas proposiciones, pero la interacción social y asocial de cada científico modifica su mente porque le agrega nueva información y porque este hecho enciende un "aparato doméstico de mantenimiento," cuya tarea es reorganizar el nuevo acervo de enunciados declarativos. Desde este punto de vista, el estudio del progreso científico se limita a entender cómo funciona el "aparato de mantenimiento doméstico".

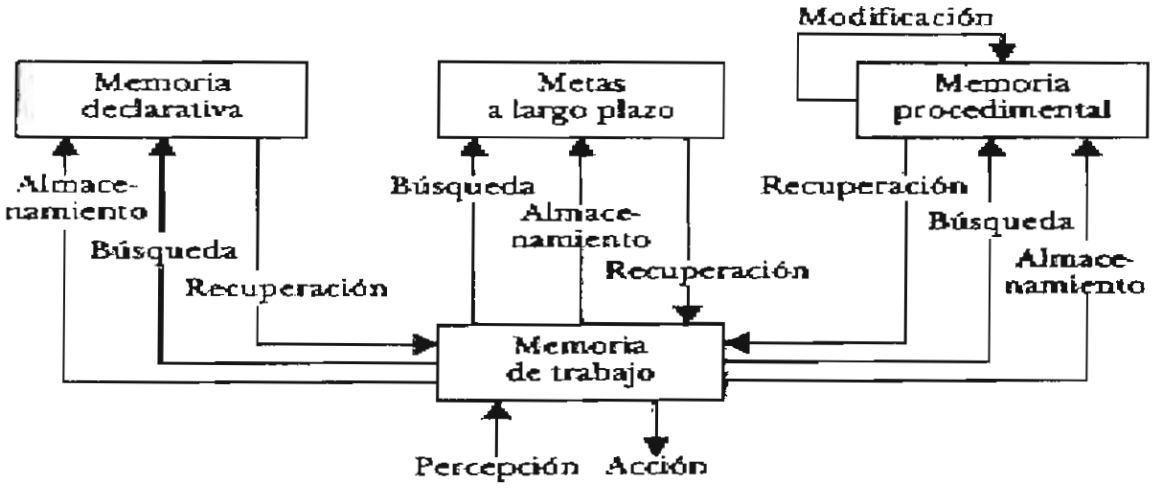
Un corolario tanto de la teoría convencional del progreso científico como de sus sucesores filosóficos (el empirismo lógico y el positivismo lógico) es que el estudio de este proceso debe abandonar todo tipo de "psicologismo" (cualquier explicación del pensamiento y la conducta) y basarse sólo en la reorganización de las proposiciones en términos estrictamente lógicos, o sea, en obtener nuevos enunciados generales y consistentes, en modificar los ya existentes y en reorganizar ambos.

Dado que la teoría convencional del progreso científico no considera pertinente estudiar el pensamiento ni la conducta, Kitcher decide adoptar otra teoría de la cognición individual como micro-estructura del progreso científico. Esta teoría de la cognición individual es menos simplista[13] y se basa en dos pilares. El primero de ellos es que la mente no sólo contiene proposiciones, sino también imágenes. El término "representación" incluye ambos elementos. Por tanto, la actividad mental (cognición individual) implica el almacenamiento y recuperación de representaciones, no de proposiciones, como sostiene la teoría convencional del progreso científico. En otras palabras, para esta teoría la cognición individual es un proceso que involucra la inscripción, lectura y re-escritura de representaciones.

La segunda columna de esta teoría de la cognición individual, la cual se alimenta de los hallazgos de la inteligencia artificial y de la psicología cognitiva, es una explicación de cómo funciona la mente humana: de cómo organiza las representaciones. Dicha explicación se basa en la estructura de la cognición individual que se ilustra en la figura 1.3.

[13]. En el sentido de que acepta que la mente tiene más capacidades, disposiciones y facultades, y de que reconoce que éstas se interrelacionan y retroalimentan.

Figura 1.3. *Estructura y dinámica de la cognición individual*



Fuente: Kitcher (1993: 95)

Según la figura 1.3, la mente de un científico funciona como un sistema abierto que se nutre de la información generada en su entorno por medio de la percepción y que –con base en la información acumulada– toma decisiones, las cuales se traducen en acciones, con el fin de influir en su entorno. Esta figura también muestra que, internamente, la mente de un científico consta de cuatro órganos: tres tipos de memoria (de trabajo, declarativa y procedimental) y un recipiente que contiene las metas de largo plazo.

La actividad mental es muy dinámica, por una parte, porque cada una de las memorias lleva a cabo tres procesos: almacenamiento, búsqueda y recuperación de representaciones; y por otra, porque la realización de un proceso desencadena otros.[14]

Las tres memorias de la cognición individual, además de representaciones, también almacenan "creencias". Las creencias son estructuras mentales ("ideas")

[14]. Por ejemplo, en el sistema cognitivo hay elementos activos e inactivados. Los elementos activos se encuentran en la *memoria de trabajo*. La actividad propia de la memoria de trabajo puede iniciar la *transferencia* de una proposición o imagen activa hacia la *memoria declarativa* o la *búsqueda* en dicha memoria de alguna representación deseada que se encuentra inactiva. Si el proceso de búsqueda es exitoso, desencadenará un segundo proceso de transferencia de la proposición buscada, pero ahora en sentido contrario: hacia la memoria de trabajo. Otro ejemplo: las metas inactivas están almacenadas en el recipiente de las *metas de largo plazo*, pero la memoria de trabajo puede promover la *búsqueda* de alguna meta que, si tiene éxito, se traducirá en su *activación* por parte de la memoria de trabajo. Tercer ejemplo: la *memoria procedimental* almacena *destrezas*, *know-how* y *propensiones inferenciales*. Para elaborar una representación, la memoria de trabajo puede activar un proceso de discriminación promoviendo el uso de unas proposiciones y relegando otras.

que elabora un científico mediante la reorganización de su acervo de representaciones a partir de las percepciones que recibe del exterior. Si la modificación de las creencias de un científico altera sus estado cognitivo, entonces la fuente de cambio de la cognición individual es la percepción.

El progreso científico a nivel cognitivo se manifiesta en el cambio de las "creencias" del científico. A nivel general, el progreso cognitivo comienza con las relaciones asociales y sociales que realiza todos los días el científico, las cuales generan percepciones que entran al sistema cognitivo como información. La nueva información se agrega al acervo de representaciones del científico e inicia un proceso de reorganización que implica la activación y desactivación de imágenes y proposiciones, así como el intercambio de información entre los distintos órganos del sistema cognitivo. Este proceso de reorganización desemboca en la aparición, reafirmación o eliminación de las creencias del científico. El nuevo estado cognitivo del científico lo lleva a tomar decisiones, las cuales se manifiestan en las acciones que lleva a cabo el científico para generar nuevas relaciones sociales y asociales.

¿Qué factores determinan el desenvolvimiento normal del progreso científico a nivel cognitivo?

Por una parte, están tres limitantes del progreso científico. La primera de ellas es el estado de salud del sistema cognitivo porque, para que el progreso cognitivo se verifique, los distintos órganos del sistema cognitivo deben funcionar adecuadamente. Si alguno de ellos (o varios) no está sano, se convertirá en un obstáculo para el progreso científico.

La segunda restricción es la *racionalidad limitada* del propio sistema cognitivo. Es un hecho que el ser humano tiene racionalidad limitada debido a que su memoria de trabajo es muy pequeña y a que los demás órganos, a pesar de tener un mayor tamaño, son insuficientes para procesar la información de problemas muy complejos. El científico cuenta con aditamentos externos para mitigar esta limitación (cuadernos, métodos de retención, computadoras, etc.). Sin embargo, estos complementos sólo sirven para aumentar la capacidad de

almacenamiento de sus órganos, pero no para recorrer en el futuro la ruta original que le permitió al científico elaborar una "creencia".

La tercera limitante es la carga teórica de la percepción. Esto quiere decir que un científico, a pesar de tener un sistema cognitivo sano, podría tener compromisos cognitivos anteriores que le impiden procesar las percepciones de manera adecuada. Kitcher describe esta limitación de la siguente manera:

> "Así como ciertas clases de creencias perceptuales pueden ser inaccesibles para aquellos con compromisos teóricos particulares, así también el hecho de que un científico acepte las proposiciones, las metas y los procedimientos asociados con una doctrina particular puede impedirle realizar ciertos actos de memoria o ser motivado por ciertas metas o realizar ciertas clases de inferencia." (Kitcher 1993: 100)

Por otra parte, el progreso científico a nivel cognitivo se alimenta de cuatro fuentes. A continuación exponemos estas fuentes de variación cognitiva en contraste con la propuesta de la teoría convencional del progreso científico.

En la teoría convencional del progreso científico no hay lugar para el progreso cognitivo porque, salvo que los órganos del sistema cognitivo de un científico estuvieran atrofiados, no hay razón para que él genere resultados distintos a los que generan los demás científicos dado que todos son igualmente "razonables" y todos reciben los mismos *inputs* del entorno. En otras palabras, la teoría convencional del progreso científico supone que existe un conjunto único de principios que gobiernan la vida cognitiva de las personas y que los sistemas cognitivos que funcionan adecuadamente experimentan la misma secuencia de estados y, por tanto, generan el mismo *output*, almacenan las mismas proposiciones en la memoria declarativa y adquieren las mismas habilidades en la memoria procedimental. Así, para esta teoría la tarea filosófica se limita a comprender cuál es el funcionamiento adecuado del "sistema de propensiones inferenciales" de los científicos.

A diferencia de la teoría convencional del progreso científico, la teoría del progreso científico que se ha adoptado afirma que la variación cognitiva existe y que –más allá de la salud de un sistema cognitivo y de la carga teórica de la percepción de un científico– ésta se alimenta de cuatro fuentes: la primera tiene que ver con que los *inputs* que recibe cada científico son distintos porque cada uno de ellos tiene un acceso diferenciado a las fuentes de información y una

manera particular de relacionarse con la evidencia, o sea, porque sus relaciones sociales y asociales son distintas. Esto provoca que cada científico genere creencias distintas y que el contenido de la memoria declarativa, las metas de largo plazo y las habilidades difieran de un científico a otro.

La segunda fuente de variación cognitiva tiene que ver con las distintas formas de almacenar las proposiciones en la memoria declarativa, lo cual puede facilitar o dificultar el acceso a esas declaraciones para que el científico resuelva problemas, tome decisiones y elabore nuevas creencias.

La tercera fuente de variación cognitiva se relaciona con que distintos desarrollos intelectuales favorecen o dificultan la activación de proposiciones. En otras palabras, los científicos, a pesar de contar con las mismas proposiciones, pueden diferir en su capacidad para activarlas y para generar nuevas "creencias".

La cuarta fuente de variación cognitiva se relaciona con las propensiones inferenciales de cada científico, o sea, con sus estrategias cognitivas: mientras unos científicos se cuidan de sacar conclusiones generales, otros son más atrevidos; mientras unos integran sus conclusiones, otros sólo desarrollan líneas independientes de razonamiento sin detenerse a pensar cómo conectarlas.

Por último, el progreso científico también depende de las metas de largo plazo que se persigan. Para la teoría convencional del progreso científico este asunto también es muy simple porque, como todos los científicos buscan las mismas metas, no es necesario especificar si éstas son epistémicas o no epistémicas, si son personales o colectivas o cómo le hace el científico para alcanzarlas.

A diferencia de la teoría convencional del progreso científico, la presente investigación sostiene que los científicos tienen metas a largo plazo y que éstas son de cuatro tipos: i) epistémicas, ii) no-epistémicas, iii) personales y iv) no-personales. Sin embargo, estos cuatro tipos de metas sólo son una referencia, porque las *metas verdaderas* de largo plazo que buscan los científicos frecuentemente son una mezcla de esos referentes.

Además, para explicar cómo inciden las metas en el progreso científico, se hacen tres supuestos: i) los científicos almacenan sus metas en el recipiente de

metas de largo plazo de su sistema cognitivo, ii) las metas contenidas en ese recipiente pueden entrar en conflicto, lo cual implica que las rutas de acción que sigue el científico para alcanzar sus metas pueden ser incompatibles y iii) las acciones que desarrolla el científico en un momento dado están dirigidas a alcanzar sólo las metas que están activas. En otras palabras, estos supuestos sugieren que la memoria de trabajo "recupera" o activa sólo las metas que son de interés para el científico en un momento determinado. Si las metas activadas resultaran ser contradictorias, los conflictos que tengan entre ellas se resolverán poniendo en marcha varios procesos. Las acciones que finalmente lleva a cabo el científico son aquellas que él cree que le permitirán alcanzar las metas que están activas en ese momento.

Por último, la figura 1.3. también ilustra que el cambio en su actividad cognitiva lleva al científico a tomar decisiones, las cuales se manifiestan en acciones. Ahora bien, el proceso cognitivo cambia todo el tiempo, o sea, el científico elabora, re-elabora y se deshace de sus creencias y representaciones (enunciados e imágenes). Sin embargo, hay elementos que el científico mantiene constantes por algún tiempo. Esos elementos son los que lo ayudan a tomar decisiones, los que luego se transforman en acciones y los que constituyen su *práctica individual*.

El siguiente sub-apartado describe cómo se conecta el proceso cognitivo con la práctica individual y cómo se desarrolla el progreso científico a nivel *meso*.

3.3.2. Progreso científico a nivel de la la práctica individual

Las "creencias" de un científico (su conocimiento más duradero) se manifiestan en acciones/actitudes/prácticas. Cuando dicho conocimiento materializado pertenece a un científico veterano que es miembro de las "autoridades en la materia", se le denomina *práctica individual*. La práctica individual perfila la actividad científica de la sub-comunidad que comanda ese veterano, y su progreso puede llegar a afectar el progreso de la comunidad científica en su conjunto.

A diferencia de la teoría convencional del progreso científico, que sostiene que el conocimiento de un científico sólo se manifiesta en los enunciados que lo

ayudan a formular teorías, la noción de práctica individual visualiza al conocimiento "más duradero" del científico veterano como un ente multidimensional compuesto por siete elementos: el lenguaje, las preguntas significativas, los enunciados aceptados, los esquemas explicativos, los paradigmas de autoridad, la sabiduría experimental y los ejemplares y principios metodológicos. El *progreso científico de la práctica individual* puede definirse como *el mejoramiento de una o varias de las dimensiones que la conforman* y, de hecho, asume varias formas, dependiendo de la dimensión de la práctica individual que sea mejorada mediante las interacciones asociales y las relaciones sociales que establece el veterano todos los días, o sea, a través de su forma de investigar. Lo que resta de este sub-partado se dedica a describir los siete elementos que conforman la práctica individual y la variedad de progreso científico asociada a cada uno de ellos.

3.3.2.1. El lenguaje científico y el progreso conceptual

El primer componente de la práctica individual es el lenguaje que usa el veterano en su trabajo profesional.

Todo lenguaje se mueve en cuatro niveles: el fonético-fonológico, el sintáctico-morfológico, el léxico-semántico y el pragmático. Sin embargo, para analizar el progreso en el lenguaje científico es preciso dejar de lado el nivel básico de los sonidos y el cuarto nivel de las jergas y centrarnos en los niveles sintáctico y semántico.

En el nivel de la sintaxis, el estudio del lenguaje se dedica a analizar las reglas que especifican cómo se combinan los constituyentes para formar "construcciones" o unidades superiores tales como sintagmas y oraciones. Estas reglas son dictadas por la gramática, que se define como una sub-disciplina del estudio del lenguaje dedicada al estudio de las reglas y principios que regulan la organización de las palabras dentro de una oración. En este nivel, el lenguaje científico no se diferencia del lenguaje común, porque ambos siguen las mismas reglas gramaticales y se sujetan a ellas. Un científico puede escribir bien o mal, pero el que deje de escribir mal no es un indicador de progreso en la ciencia. Por

tanto, para explicar el progreso científico en el ámbito del lenguaje es necesario ubicarnos en el nivel léxico-semántico.

La semántica se refiere a los aspectos de significado, sentido e interpretación de las expresiones usadas en el lenguaje. Según Fregue (1892/1952), toda expresión posee dos funciones semánticas: la primera es referirse a entidades (agentes, meta-agentes, relaciones entre ellos), o sea, a nombrar cosas o fenómenos de la naturaleza; y la segunda es dotar de sentido a la propia expresión (sentido es eso que capta quien entiende la expresión).

Un primer paso en el *progreso conceptual* de la práctica individual se da cuando el lenguaje científico se ajusta a una entidad o clase natural, cuando tiene éxito en conectar una expresión con una entidad o parte de la naturaleza introduciendo "*modos de referencia de la instancia*", o sea, cuando logra que aquella *se refiera* a esta.

Un segundo paso en el progreso conceptual de la práctica individual se verifica cuando el lenguaje científico ofrece especificaciones "más adecuadas" de sus expresiones, formas más exitosas de conectar expresiones con entidades.

¿Cómo saber cuándo se ha dado este paso?, ¿cómo identificar *referencias genuinas* en las expresiones que componen el lenguaje científico? En primer lugar, identificando los *términos clave* en el lenguaje utilizado. Y en segundo lugar, saliendo de la trampa a la que conduce el razonamiento de Fregue. Según este autor, las expresiones científicas cuentan sólo con un modo de referencia, con un "referente fijo". Este supuesto elimina *de facto* la posibilidad de progreso conceptual porque, si un término es defectuoso, la entidad a la que alude también es defectuosa (está poco o mal definida) o simplemente no existe y, por tanto, la teoría que contiene dicha expresión está equivocada y no puede conectarse con otra teoría "correcta" que contiene términos refinados que aluden a entidades genuinas.

Para salir de la trampa de Fregue y abrir la posibilidad de que exista progreso conceptual es necesario aceptar que las expresiones no tienen un "referente fijo" (una sola manera de conectarse con las entidades), sino que cuentan con un *potencial de referencia heterogéneo*, o sea, con un arsenal de

modos de referencia.[15] Así, el *progreso conceptual* puede definirse en primera instancia como *un mejoramiento del potencial de referencia de los términos clave del lenguaje de una práctica individual.*

Esta definición de progreso conceptual puede refinarse si se enfatiza que el lenguaje está formado por expresiones, que dentro del lenguaje existen términos clave, que esos términos clave cuentan con un potencial de referencia que está formado por una serie de modos de referencia y, por último, que los modos de referencia son fijados en, o introducidos al, lenguaje de una práctica individual de tres formas, según la *intención* de quien los introduce:

1. La forma *bautismal*, cuando la intención es "seleccionar una entidad nueva", o sea, destacar una entidad particular en el campo visual. En este caso se sigue la máxima del *naturalismo:* "referirse a entidades".
2. La forma *descriptiva*, cuando lo que se busca es seleccionar una entidad que satisfaga una descripción, en cuyo caso se sigue la máxima de la *claridad:* "referirse a lo que se pueda especificar".
3. La forma *conformista*, cuando lo que se pretende únicamente es ajustar la expresión al uso previo que le ha dado un individuo o una comunidad.[16] En este caso se sigue la máxima de la *conformidad*: "referirse a lo que los demás se refieren."

La *forma ideal de impulsar progreso conceptual* es aquella en la cual se introduce un modo de referencia obedeciendo las tres máximas. Sin embargo, frecuentemente esas máximas entran en conflicto y la persona que introduce el modo de referencia llega a privilegiar una de ellas, dependiendo de su intención principal. Esto explica por qué una entidad genuina puede ser referida con una misma expresión con diferentes sentidos, y por qué esa misma entidad puede ser referida con expresiones distintas con sentidos similares.

---

[15]. Esto abre la posibilidad de que, dentro de un lenguaje ilegítimo e inadecuado, haya algunas verdades nuevas e importantes que tratan de emerger, o sea, esto permite que haya doctrinas verdaderas que tratan de escapar a un lenguaje defectuoso.

[16]. En otras palabras, la forma conformista fija el modo de referencia a través de una cadena causal larga que se extiende en el pasado hasta un uso inicial, un uso producido por un primer usuario utilizando la forma descriptiva o la forma bautismal.

Estos elementos permiten formular una *definición general de progreso conceptual*, según la cual la práctica individual P_2 experimenta *progreso conceptual* respecto a sí misma en un tiempo anterior P_1 sólo si:

a) Las expresiones que comparten los lenguajes de ambas prácticas (denotados por C_2 y C_1, respectivamente) tienen un potencial de referencia común.
b) Para cualquier expresión *e* en C_1, si hay una clase a la que alguna instancia de *e* refiere, entonces hay una expresión *e** en C_2 que tiene instancias que refiere a esa clase.[17]
c) Para cualquier *e*, *e**, el potencial de referencia de *e** refina el potencial de referencia de *e*...
    i. Ya sea añadiendo una descripción que detecta la clase pertinente.
    ii. O bien abandonando una determinación del modo de referencia que pertenece al potencial de referencia de *e* que no detectó la clase pertinente. (Kitcher 1993: 150-151)

En suma, esta definición general establece que el progreso conceptual puede alcanzarse abandonado los modos de referencia que no estén de acuerdo con alguna de las máximas, o bien, añadiendo modos de referencia que estén de acuerdo tanto con la máxima del *naturalismo* como con la de la *claridad*.

3.3.2.2. Las preguntas significativas y el progreso erotético

Otro componente de la práctica individual son las preguntas importantes que se plantean en una sub-comunidad científica. Entre todas las preguntas que se hacen al interior de una sub-comunidad científica, hay unas que cuentan con supuestos verdaderos y que no buscan satisfacer los intereses personales de quien las plantea. A estos interrogantes se les denomina *preguntas significativas*. Una pregunta es significativa cuando se relaciona con los esquemas explicativos de la

[17]. Las cláusulas a) y b) eliminan la posibilidad de que los refinamientos del potencial de referencia puedan alcanzarse a expensas de una "pérdida de expresividad", por una parte, porque la cláusula a) aísla las partes del lenguaje que no cambian, y por otra, porque la cláusula b) obliga a que cualquier clase susceptible de ser discutida en el lenguaje viejo pueda ser especificada en el lenguaje nuevo.

práctica individual.[18] En este sentido, existen dos clases de preguntas significativas. La primera clase agrupa a las preguntas de *aplicación*, las cuales se plantean a esquemas explicativos recientemente introducidos a la práctica individual. Se dice que esta clase de preguntas son *instrumentalmente significativas* porque su objetivo es ejemplificar el esquema recientemente introducido, o sea, encontrar casos convincentes para que dicho esquema llegue a establecerse. El segundo tipo de preguntas significativas, las preguntas *preposicionales*, se relaciona con esquemas explicativos que ya se han establecido en la práctica individual y su objetivo es encontrar "casos particulares" de dicho esquema.

Para clarificar la diferencia entre estos dos tipos de preguntas significativas es útil considerar que con el tiempo los esquemas explicativos llegan a establecerse en la práctica individual y a contar con "respuestas paradigmáticas". En esta segunda etapa las preguntas de aplicación dejan de ser significativas para la práctica individual y las que se revelan como tales son aquellas que se relacionan con casos difíciles de ejemplificar, es decir, con las preguntas preposicionales. Las preguntas preposicionales se consideran *intrínsecamente significativas* porque parecen difíciles de responder o porque desafían el ingenio del científico (por ser casos difíciles o porque buscan demostrar supuestos problemáticos) y, por tanto, no buscan apuntalar nuevos esquemas explicativos, sino que despiertan en el científico la esperanza de que, de ser respondidas, completarán, corregirán o extenderán los esquemas explicativos ya establecidos.

Se dice que una práctica individual está *erotéticamente bien fundada* si sus preguntas genuinamente significativas se relacionan con sus esquemas explicativos verdaderos, sea para ejemplificarlos o para completarlos, mejorarlos o ampliarlos. En este mismo sentido, se dice que una práctica individual experimenta *progreso erotético* si dicha práctica está erotéticamente bien fundada, o sea, si plantea preguntas genuinamente significativas que son *originales* o nuevas (que no habían sido planteadas anteriormente), que son *más manejables* o que descomponen preguntas genuinamente significativas anteriores.

---

[18]. Si además esas preguntas se relacionan con esquemas explicativos verdaderos, entonces las preguntas en cuestión serán *genuinamente significativas*.

3.3.2.3. Los enunciados aceptados y su progreso

¿Cuáles enunciados acepta una práctica individual y cuáles rechaza? Esto tiene que ver con el *criterio de demarcación*, o sea, con los enunciados que se aceptan por "ser científicos" y, por tanto, aptos para construir los esquemas explicativos de una práctica individual.

En la época moderna, el "Círculo de Viena" fue quien, al amparo del positivismo lógico, abordó de manera más directa el "criterio de demarcación". Según este punto de vista, sólo deben aceptarse los enunciados relacionados con observaciones empíricas. En otras palabras, usando como criterio de demarcación la *verificabilidad*, el Círculo de Viena estableció que un *enunciado aceptado* (vale decir, un "enunciado científico") es aquel que puede *deducirse* de otros enunciados que han sido objeto de comprobación empírica.[19]

Basándose en este criterio de demarcación, la teoría convencional evalúa el progreso científico aplicando la cláusula deductiva, o sea, determinando la generalidad y consistencia de los enunciados que conforman las teorías.

¿Qué criterio se utiliza en la presente investigación para deteminar cuáles son los enunciados aceptados?

Una forma de oponerse a las exigencias de *la cláusula deductiva*,[20] es suponer que los enunciados aceptados no son consistentes. Sin embargo, la presente investigación descarta esta opción, porque si los enunciados aceptados fueran totalmente inconsistentes, entonces la práctica individual estaría obligada a aceptar todos los enunciados del lenguaje, es decir, se desvanecería todo criterio de demarcación. Por tanto, aquí se prefiere aceptar parcialmente el criterio de demarcación del Positivismo del Círculo de Viena, o sea, se acepta que los

---

[19]. Oponiéndose al criterio de demarcación del Círculo de Viena (el *verificacionismo*), Popper adoptó un racionalismo crítico y propuso el *criterio falsacionista*, el cual señala que un enunciado debe ser aceptado sólo cuando puede ser desmentido.El criterio de demarcación de Kuhn, por su parte, establece que un enunciado aceptado es aquel que tiene la mayor capacidad para resolver los problemas que surgen durante el proceso de la ciencia "normal", o sea, *el que tiene mayor poder de predicción y el que es más capaz de solucionar los nuevos problemas mientras continúa satisfaciendo todos los problemas resueltos por el paradigma al que reemplaza*.

[20]. Aquella que establece que los enunciados aceptados deben ser generales (aplicables a todas las situaciones) y consistentes (tener la estructura de un sistema axiomático-deductivo).

enunciados aceptados no son ni consistentes ni inconsistentes, sino solo "sutilmente inconsistentes",[21] pero se complementa dicho criterio con el señalamiento de que los enunciados aceptados son *aquellos capaces de suministrar razones para aceptar otros enunciados.*

¿Y cómo llega una práctica individual a experimentar progreso en sus enunciados aceptados?

La visión tradicional del progreso en los enunciados aceptados supone que: i) un enunciado es verdadero sólo cuando es un sistema de generalizaciones, o sea, un sistema axiomático-deductivo aplicable en *todas* las situaciones, ii) un enunciado es significativo cuando es verdadero y iii) un enunciado es aceptado cuando es significativo y, por tanto, verdadero. Ahora bien, como es muy difícil que existan enunciados verdaderos, esta visión es "pesimista" en cuanto al progreso de los enunciados aceptados ya que, por una parte, sugiere que es ocioso buscar verdades significativas y, por otra, define a un enunciado aceptado como aquel que "está más cerca de la verdad".

A diferencia de esta visión, la presente investigación establece que un *enunciado verdadero* no es aquel que configura teorías generales, sino *el que responde correctamente preguntas significativas.* En otras palabras, el progreso de los enunciados de una práctica individual se verifica, no cuando los enunciados elaboran sistemas axiomático-deductivos, sino cuando obtienen enunciados *significativos verdaderos*, o sea, *enunciados que proporcionan respuestas verdaderas a preguntas significativas.*[22] Por tanto, el progreso en los enunciados aceptados se alcanza cuando a dichos enunciados *se les quita falsedad agregándoles verdad por medio de los siguientes expedientes*:

1. Sustituyendo los enunciados significativos con *enunciados significativos verdaderos.*

---

[21]. Porque, aún cuando no se basan en un sistema nomológico-deductivo completo, de cualquier modo sí cuentan con cierto grado de estructura.

[22]. En este sentido, un enunciado significativo es una respuesta potencial para una pregunta significativa, y el problema principal ya no tiene que ver con la verdad, sino con la significancia.

2. Reformulando con un mejor lenguaje los enunciados significativos verdaderos que ya habían sido enunciados anteriormente.
3. Añadiendo enunciados significativos verdaderos.
4. Eliminando enunciados que no son enunciados significativos verdaderos.

3.3.2.4. Los patrones de argumento general y el progreso explicativo

Los *patrones de argumento general* o *esquemas explicativos* de una práctica individual son los juicios que emite el veterano acerca de cómo se relacionan los fenómenos en la realidad. En otras palabras, los esquemas explicativos son la teoría con la que una práctica individual está comprometida: la explicación que ella elige, explícita o implícitamente, para elucidar los fenómenos, para responder a las preguntas significativas o para generar patrones particulares a partir de un esquema general.[23]

Los patrones de argumento general de una práctica individual se expresan como "textos explicativos ideales", es decir, como enunciados complejos formados por *argumentos esquemáticos*,[24] *instrucciones de llenado*[25] y una *clasificación*.[26]

Si se supone que un esquema explicativo *es correcto* cuando logra identificar una clase de fenómenos dependientes y especificar algunas de las entidades y propiedades de las que dependen esos fenómenos, se puede

---

[23]. En este sentido, para ejemplificar el esquema explicativo denominado SNI es necesario que el patrón derivado (digamos el SNI de México) tenga el mismo número de términos que el argumento general, que los enunciados que lo componen puedan construirse siguiendo las instrucciones de llenado de cada uno de los enunciados esquemáticos del esquema explicativo original y que las propiedades de sus términos provengan de la misma clasificación de los términos del patrón original. Así, la noción de esquema explicativo llega a sugerir que, aunque las derivaciones o patrones particulares comparten un patrón común, en última instancia ellas son sólo derivaciones del mismo.

[24]. Un argumento esquemático está formado por una cadena de *enunciados esquemáticos*. Los enunciados esquemáticos son expresiones que se obtienen reemplazando algunas (no todas) de las expresiones no-lógicas que contiene un enunciado aceptado con *letras huecas*. Por ejemplo, si partimos del enunciado aceptado de la práctica individual de Freeman que dice que "el liderazgo tecnológico le permite a un país abrir una brecha tecnológica y económica entre él y el resto de los países", podemos generar el siguiente enunciado esquemático: "Un país que obtenga A desarrollará B respecto a otros países", donde A es el liderazgo tecnológico y B es la "brecha tecnológica y económica".

[25]. Las instrucciones de llenado son enunciados que indican cómo reemplazar cada una de las letras huecas del enunciado esquemático.

[26]. La *clasificación para un argumento esquemático* se refiere a una serie de enunciados que describen las características inferenciales del argumento esquemático, o sea, que señalan cuáles términos son las premisas, cuáles términos son dependientes, etc.

establecer que una práctica individual experimenta *progreso explicativo* en los siguientes casos:

1) Cuando incorpora esquemas explicativos que son correctos y mejores[27] que los que tenía originalmente.
2) Cuando elimina esquemas explicativos incorrectos.
3) Cuando generaliza algún esquema explicativo correcto, o sea, cuando capacita a dicho esquema para tratar con una clase más amplia de casos.[28]
4) Cuando extiende un esquema explicativo correcto insertándolo en un esquema más amplio.[29]

Formalmente, la definición de progreso explicativo se puede expresar de la siguiente manera: para una situación en que los esquemas explicativos de la práctica individual concuerdan entre sí en lo general en momentos distintos, la práctica individual en el momento P_2 experimenta progreso explicativo respecto al momento P_1 si:

1. P_2 contiene un esquema correcto que no aparece en P_1.
2. P_1 contiene un esquema incorrecto que no aparece en P_2.
3. P_2 contiene una versión más completa de un esquema que aparece en P_1.
4. P_2 contiene un esquema que extiende correctamente un esquema de P_1. (Kitcher 1993: 159-160)

[27]. Un esquema explicativo puede ser mejor que otro en dos sentidos: i) en cuanto a su capacidad para delinear los mecanismos fundamentales que funcionan en la naturaleza, es decir, explicar la estructura de la naturaleza y ii) en cuanto a su capacidad para entender los fenómenos aplicando algún criterio de organización (por ejemplo, una mayor unificación).

[28]. Esto puede ocurrir en dos casos: i) si un esquema identifica un conjunto de entidades y propiedades pertinentes más inclusivo que su predecesor y ii) cuando un esquema es correcto para una clase más inclusiva de fenómenos dependientes.

[29]. Esto se presenta cuando una premisa esquemática de un patrón se deriva de otro anterior. Se dice que la extensión es correcta si las propiedades atribuidas a las entidades en casos de la conclusión dependen de las entidades y propiedades a las que se hace referencia en los casos correspondientes de las premisas.

3.3.2.5. Los paradigmas de autoridad y su progreso

El problema general de la epistemología social es especificar cuándo una sub-comunidad científica logra, mediante la interacción de sus miembros, impulsar su progreso científico.

Este problema general puede dividirse en dos partes: La primera de ellas tiene que ver con la respuesta que se da a las siguientes preguntas: ¿en quién confiar?, ¿cuándo confiar en otros más que en uno mismo?, ¿cuándo exponernos a errores que cometen otros?, ¿cómo afecta la confianza a la práctica individual? La segunda parte del problema general tiene que ver con la "distribución del esfuerzo" al interior de la sub-comunidad científica e implica responder a preguntas como las siguientes: ¿cuánta "división del esfuerzo" es deseable en una sub-comunidad científica?, ¿cómo mantener la diversidad en una sub-comunidad científica?, ¿cómo construir consensos?

El análisis de los paradigmas de autoridad se relaciona con la primera parte del problema general de la epistemología social y puede re-formularse de la siguiente manera: las fuentes del progreso cognitivo pueden estructurarse en dos grupos: las interacciones *asociales* y las interacciones *sociales*. Los paradigmas de autoridad se refieren a la segunda fuente del progreso cognitivo, y son tan importantes que se incluyen como el quinto componente de la práctica individual.

Un *paradigma de autoridad* se define como la disposición de un veterano a considerar que otro veterano o grupo de veteranos tienen autoridad respecto a ciertos asuntos. Por tanto, retomar sus propuestas impulsa el progreso científico de su práctica individual.

¿Cómo escoger un paradigma de autoridad que impulse el progreso científico de la práctica individual?

El primer paso es reconocer que la adopción de un paradigma de autoridad depende de la confianza que esté dispuesto a depositar un veterano en otros.[30]

---

[30]. Conviene subrayar que la vida cognitiva de los científicos es afectada por distintas formas de autoridad: i) la "dependencia epistémica general del pasado", que afecta a todos los seres humanos desde la niñez y que implica absorber la sabiduría de la cultura anterior mediante las enseñanzas de los padres y otras autoridades sin cuestionar nada, ii) la que afecta a los aprendices, quienes voluntariamente se someten a una "autoridad epistémica legítima", o sea, a las convenciones que un veterano ha alcanzado sobre ciertos temas de interés y iii) la "autoridad" que permite liberarse de las dos formas anteriores, porque ya no se refiere a la imposición o

El segundo paso es especificar los criterios que toma en cuenta un veterano para depositar su confianza en las ideas de otros veteranos, o sea, cómo se evalúa su autoridad. Existen tres vías para medir la autoridad de otro veterano:

1) La *calibración directa*, que se aplica cuando pueden compararse las repuestas de otro científico con las opiniones propias sobre temas comunes. La calibración directa permite identificar dos tipos de autoridad:
    a. La autoridad *ganada*, que es una asignación de confianza a un científico basada en su desempeño o en la opinión de otros sobre su desempeño.
    b. La autoridad *no ganada*, que se refiere a la confianza que llega a alcanzar un científico gracias a su posición social, a su pertenencia a una institución importante y/o a su formación con una figura destacada.
2) La *calibración indirecta*, que se presenta cuando es necesario comparar opiniones de científicos que están fuera de nuestro campo de especialidad. Este método se basa en los juicios de quienes ya han sido valorados al evaluar a otros.
3) El *amiguismo*, proceso en el cual la autoridad que un científico le asigna a otro depende de la autoridad que aquel le asigna a éste.

En otras palabras, para analizar el progreso de los paradigmas de autoridad de una práctica individual se necesita, primero, identificar a los científicos en los cuales deposita su confianza el veterano; segundo, determinar los factores que toma en cuenta el veterano para asignarles autoridad (autoridad ganada, autoridad no ganada o amiguismo); y, tercero, aclarar los beneficios que obtuvo el veterano por adoptar esos paradigmas de autoridad (si le permitieron apuntalar sus esquemas explicativos, ejemplificarlos, o ejemplificarlos más rápidamente).

---

auto-imposición de cierta sabiduría, sino a la aceptación consciente y basada en la confianza de ideas producidas por otros veteranos. Este tipo de atribución de autoridad no obstaculiza el proceso de autocorrección, sino que permite el progreso científico de la sub-comunidad científica en su conjunto porque lleva a elegir un "paradigma de autoridad correcto".

3.3.2.6. La sabiduría experimental y su progreso

Así como hay paradigmas de autoridad, también hay experimentos e instrumentos paradigmáticos. A este elemento de la práctica individual se le denomina *sabiduría experimental*, y alude a las propensiones de un científico a interactuar con la naturaleza, o sea, a la evaluación de la segunda fuente de progreso cognitivo (las interacciones asociales).

Partiendo de la noción de "pregunta significativa", no es complicado entender el progreso científico derivado de la sabiduría experimental, porque el valor de los instrumentos y de las técnicas experimentales depende de su capacidad para responder las preguntas significativas de la práctica individual.

La práctica individual experimenta progreso en su sabiduría experimental cuando realiza experimentos, o utiliza instrumentos y técnicas, que *son capaces de entregar mejores enunciados aceptados*, o sea, si una práctica individual incluye una pregunta como la siguiente: ¿Cuál es el valor de x para S?, y cuenta con experimentos y técnicas para resolverla, la sabiduría experimental mejora respecto a otra si los valores que genera están más cerca de los valores reales que los que ofreció una sabiduría experimental anterior.

Esta noción de progreso en la sabiduría experimental descansa en la idea de que la mezcla de experimentos e instrumentos empleados actualmente por la práctica individual produce en cada caso un valor que está por lo menos tan cerca del valor real como el generado previamente o, en el caso de que haya excepciones, éstas son raras e insignificantes.

3.3.2.7. Los ejemplares y principios metodológicos y su progreso

El último componente de la práctica individual consta de dos elementos: i) los *ejemplares metodológicos*, definidos como los razonamientos o inferencias que el científico considera dignos de ser emulados (cánones) o descartados y ii) los *principios metodológicos*, definidos como aquellos criterios o reglas que permiten evaluar los ejemplares metodológicos, o sea, determinar si éstos son cánones a los que debe hacer justicia el pensamiento actual o simples inferencias que pueden ser descartadas.

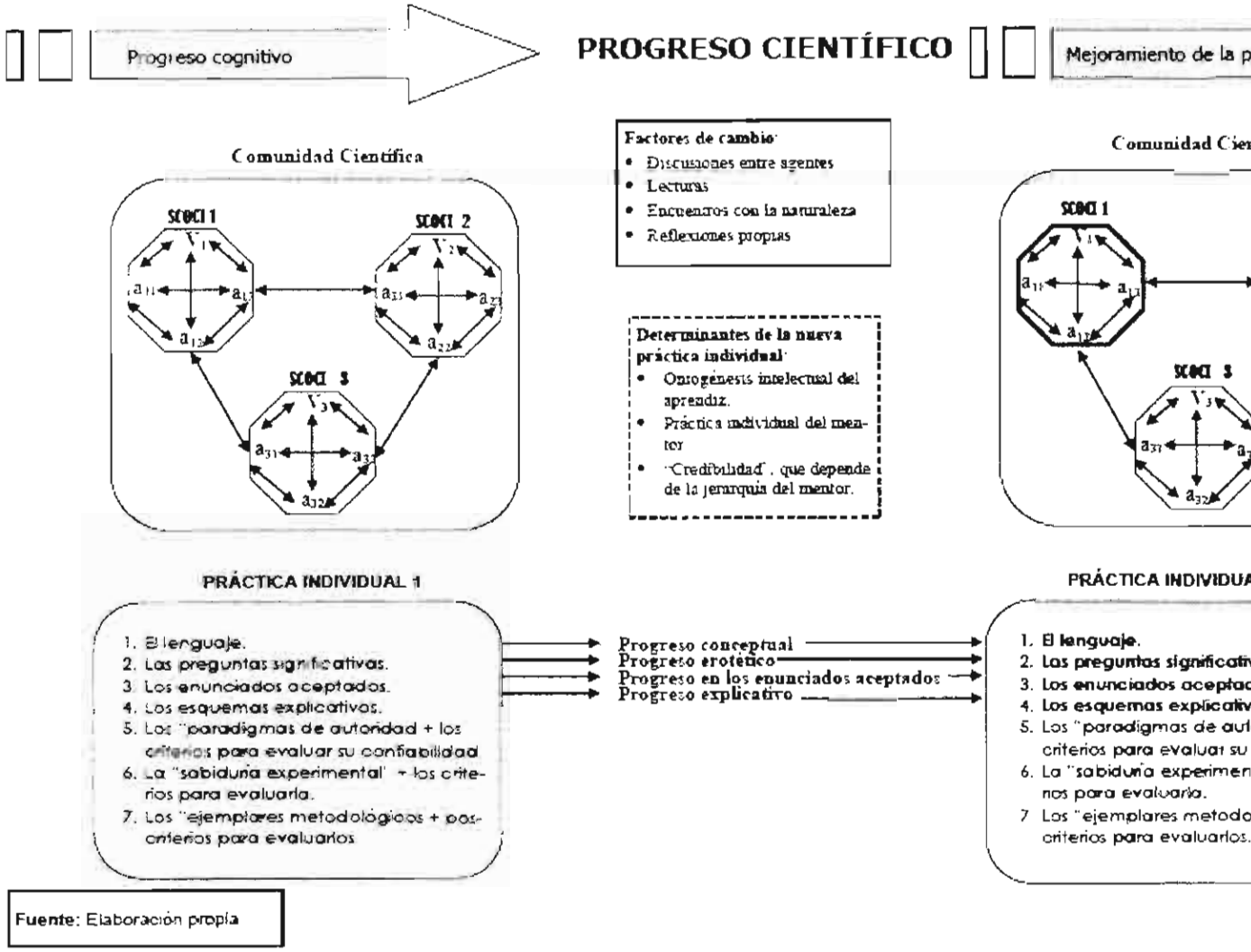
¿Qué forma asume el progreso científico en este elemento de la práctica individual, o sea, cuándo una práctica individual llega a obtener ejemplares metodológicos positivos (cánones)?

Una práctica individual experimenta progreso en sus principios metodológicos cuando es capaz de formular estrategias exitosas para alcanzar progreso conceptual, explicativo, erotético, en los enunciados aceptados y experimental. En otras palabras, sabemos que una práctica individual experimenta progreso en sus principios metodológicos sólo cuando sabemos que dicha práctica individual experimenta progreso en sus otros componentes.

3.3.2.8. Descripción del progreso científico a nivel de la práctica individual

La figura 1.4. ilustra los componentes y la dinámica de la teoría del progreso científico de Kitcher a nivel de la práctica individual.

Figura 1.4. *Progreso científico a nivel de la Práctica Individual*



Fuente: Elaboración propia

La comunidad científica está ilustrada en la figura 1.4. por los rectángulos superiores. En esta figura, la comunidad científica está constituida únicamente por tres "autoridades en la materia" y las sub-comunidades científicas que ellas comandan están representadas por octágonos. Las tres sub-comunidades científicas están formadas, a su vez, por un veterano y tres aprendices. Las flechas que unen a las sub-comunidades, y las flechas que juntan internamente a sus miembros, ilustran las relaciones que se establecen en la comunidad científica.

En la figura 1.4., la práctica individual de las autoridades en la materia está ilustrada por los rectángulos inferiores, y está conformada por siete elementos: el lenguaje, las preguntas significativas, los enunciados aceptados, los esquemas explicativos, los paradigmas de autoridad, la sabiduría experimental y los ejemplares y principios metodológicos. Las fuentes de progreso científico son las interacciones sociales y las relaciones asociales que realizan diariamente los miembros de las sub-comunidades científicas. En la figura 1.4., estas fuentes de progreso están representadas por los rectángulos cuyos bordes son líneas punteadas y que se encuentran en el centro.

Por último, las variedades de progreso científico que experimentan las prácticas individuales están ilustradas en la figura 1.4. por las flechas que unen a la práctica individual 1 con la práctica individual 1'. En este ejemplo, se supone que el progreso científico estuvo concentrado únicamente en cuatro variedades de progreso: progreso conceptual, progreso erotético, progreso en los enunciados aceptados y progreso explicativo.

¿Cómo se lleva a cabo el mejoramiento de la práctica individual, o sea, cuál es la dinámica del progreso científico a este nivel de agregación?

Cada autoridad en la materia cambia sus creencias a raíz de las interacciones sociales y de las relaciones asociales que lleva a cabo diariamente. Este cambio de creencias se manifiesta de distintas maneras, dependiendo de la dimensión de la práctica individual a la cual se canalice. En otras palabras, el cambio de creencias se revela en siete variedades de progreso científico.

En el mediano plazo, el cambio de creencias lleva a la reconfiguración de la práctica individual mediante la incorporación de las nuevas variedades de progreso científico experimentadas en un período, o sea, a la materialización del progreso científico de una práctica individual respecto a sí misma.

En la figura 1.4. el progreso de la sub-comunidad científica 1 se representa con el engrosamiento de sus bordes, con las flechas que muestran el tipo de progreso científico en el que se materializó el cambio de las creencias de la autoridad en la materia que comanda dicha sub-comunidad y con la acentuación en negritas de las dimensiones de la práctica individual que experimentaron progreso científico.

Dado que la definición de progreso científico general que se ha proporcionado no se refiere a un mejoramiento simultáneo de todas las dimensiones de la práctica individual, el progreso científico a este nivel de agregación puede describirse como la reconfiguración de la práctica individual de la sub-comunidad científica 1, la cual queda formada por un remanente de la práctica individual 1 (que en este caso son las dimensiones 5, 6 y 7) y por las variedades de progreso científico que impulsó la autoridad en la materia que la comanda. Por tanto, el progreso científico en esta práctica individual puede expresarse de la siguiente manera:

> *Práctica individual 1' = remanente de la práctica individual 1 + mejoras en el lenguaje, en la preguntas significativas, en los enunciados aceptados y en los esquemas explicativos introducidas por la autoridad en la materia que comanda a la sub-comunidad científica 1.*

La figura 1.4. también muestra que, en ausencia de competencia, el progreso científico no afecta la estructura de la comunidad científica, porque en ambos momentos sigue estando constituida por las mismas tres sub-comunidades científicas, porque cada una de ellas sigue estando formada por el mismo veterano y los mismos tres aprendices y porque siguen estableciéndose las mismas relaciones tanto entre las tres sub-comunidades como al interior de cada una de ellas.

3.3.3. Progreso científico a nivel de la práctica de consenso

La práctica de consenso es un ente multidimensional que tiene la misma estructura de la práctica individual, o sea, consta de los mismos siete elementos: el lenguaje, las preguntas significativas, los enunciados aceptados, los esquemas explicativos, los paradigmas de autoridad, la sabiduría experimental y los ejemplares y principios metodológicos.

La diferencia entre ambas prácticas es que la práctica de consenso se refiere a la parte de estos elementos que es compartida por la comunidad científica en su conjunto.

Si la práctica individual está formada por las distintas formas que asumen las "creencias" de más larga duración de un veterano, ¿cómo llega a constituirse una práctica de consenso? La práctica de consenso está formada por dos elementos: i) el *núcleo de consenso* y ii) el *consenso virtual.*

El *núcleo de consenso* se refiere a aquellas porciones de los siete elementos de una práctica de consenso con las cuales todos los miembros de la comunidad científica están de acuerdo. En otras palabras, esta parte de la práctica de consenso está formada por lo elementos que comparten todas las prácticas individuales.

El *consenso virtual*, por su parte, se refiere a aquellas porciones de los siete elementos de una práctica de consenso que una comunidad científica acepta aunque no esté totalmente de acuerdo. La idea intuitiva que subyace a este elemento de la práctica de consenso es que incluso las "autoridades en la materia" tienen un sistema cognitivo limitado que les impide conocer detalladamente toda la información que necesitan.

El consenso virtual emerge porque en las comunidades científicas hay un grupo de poder que, sin importar lo que piense el resto de la comunidad, es capaz de sustentar por sí solo una parte de la práctica de consenso. En este sentido, el consenso virtual puede alcanzarse por dos vías: i) por el *reconocimiento de autoridad*, que ocurre cuando la comunidad científica acepta incluir en su práctica de consenso un nuevo esquema explicativo, una nueva pregunta significativa, un nuevo concepto, etc., no porque esté totalmente de acuerdo con él, sino porque

fue propuesto por algún veterano que pertenece a las "autoridades en la materia", y ii) mediante la *autoridad diferida*, que se presenta cuando la comunidad científica en su conjunto acepta que la práctica de consenso incluya las propuestas de un especialista que, aunque no forma parte de las "autoridades en la materia", es apoyado por un miembro de ese selecto grupo, con lo cual ese veterano le *difiere su autoridad* al especialista.

3.3.3.1. Lo novedoso de la Teoría del Progreso Científico de Kitcher

La teoría del progreso científico que se ha adoptado, basada en la sustitución de prácticas de consenso, no sólo se distingue de la teoría del progreso científico convencional, sino también toma distancia de otras teorías del progreso científico que proponen estudiar este fenómeno a niveles agregados.

Respecto a la teoría convencional, la diferencia está en el nivel de análisis: mientras que la teoría convencional investiga el progreso a nivel de la cognición individual y exclusivamente en la dimensión de las teorías,[31] la teoría del progreso científico adoptada en la presente investigación propone estudiar este fenómeno a nivel de las prácticas de consenso y en siete dimensiones.

Respecto a teorías como las de Kuhn, Lakatos, Laudan y Shapere –que también se proponen estudiar el progreso científico a nivel agregado por medio de nociones tales como los paradigmas científicos, los programas de investigación, las tradiciones de investigación y los dominios, respectivamente–, la teoría del progreso científico adoptada aquí es más fructífera y menos arbitraria, por un lado, porque trata de especificar los principios que rigen el progreso científico y, por otro, porque distingue claramente cómo se desenvuelve el progreso científico en el nivel cognitivo, en el de la práctica individual y en el de la práctica de consenso, cómo se conectan estos niveles y cómo se modifican las prácticas de consenso a través de las interacciones que establecen los miembros de la comunidad científica entre ellos y con la naturaleza.

[31]. En otras palabras, la teoría convencional del progreso científico toma a la comunidad científica como si fuera un sujeto cognoscente individual cuyo estado inicial es parecido a la *práctica de consenso*.

3.3.3.2. Definición del progreso científico a nivel de la práctica de consenso

El *progreso científico* puede definirse intuitivamente como una tendencia general ascendente de prácticas de consenso, o sea, como una secuencia de prácticas de consenso que con el tiempo *van mejorando* de manera irregular.

Para avanzar en la definición formal de progreso científico es necesario resolver dos problemas: i) establecer la naturaleza de las prácticas de consenso involucradas en la secuencia progresiva y ii) tomar una posición acerca de las metas de la ciencia y sobre el concepto de "verdad" que involucra toda definición de progreso científico.

Respecto al primer problema, esta teoría del progreso científico parte de que la primera práctica de consenso de la secuencia progresiva no es homogénea o monolítica. En otras palabras, aunque esta teoría del progreso científico reconoce que las "autoridades en la materia" no están comprometidas únicamente con la práctica de consenso inmediatamente anterior, sino también con prácticas de consenso más antiguas e incluso con varias prácticas de consenso a la vez, opta por eludir la ontogénesis de la primera práctica de consenso de la secuencia progresiva y por suponer, primero, que en toda área de conocimiento existe una sola secuencia de comunidades científicas, segundo, que el grupo de autoridades en la materia de la primera comunidad científica está formado por los veteranos de la comunidad científica inmediatamente anterior y, tercero, que la noción de progresividad debe verse en términos de una relación binaria entre prácticas.

En cuanto a la relación entre metas, "verdad" y progreso científico, ésta será tratada en el siguiente apartado.

Existirá progreso científico cuando, en una secuencia de prácticas de consenso $P_1 \ldots P_n$, la mayoría de ellas sean progresivas respecto a sus predecesoras. O también, cuando, a pesar de que en la secuencia de prácticas de consenso $P_1 \ldots P_n$ alguna sub-secuencia de prácticas de consenso no sea progresiva, dicha sub-secuencia vaya seguida de otra cuya práctica de consenso final sí sea progresiva respecto a cualquier práctica de consenso anterior en la secuencia en su conjunto.

Ahora bien, como las prácticas de consenso son multi-dimensionales, puede ocurrir, por ejemplo, que entre la práctica de consenso 1 y la práctica de consenso 2 ocurra progreso científico en algunas dimensiones pero no en otras. Debido a esto, se descarta una definición general de progreso científico basada en el avance simultáneo de todas las dimensiones de la práctica de consenso, y se opta por definir al *progreso científico general* como una secuencia de prácticas de consenso $P_1 \ldots P_n$ en la cual la segunda práctica de consenso de cada una de sus sub-secuencias (cada par de miembros adyacentes) tiene al menos una *variedad de progreso científico*, lo cual hace que el cambio agregado de P_1 a P_n sea progresivo respecto a cada componente de secuencia de prácticas de consenso $P_1 \ldots P_n$.

En suma, desde este punto de vista, el análisis del progreso científico consiste en definir una familia de relaciones entre dos prácticas de consenso y en determinar si la segunda práctica de consenso experimenta cambio progresivo en alguna(s) de sus dimensiones, o sea, si experimenta alguna(s) variedad(es) de progreso científico.

3.3.3.3. Progreso científico a nivel de la práctica de consenso y su relación con las metas

¿Cómo se relacionan el progreso científico y las metas que persigue una Comunidad Científica?

Para contestar esta pregunta, se empieza por reconocer que existen distintos tipos de metas y que esas metas son compartidas por la comunidad científica.

Existen metas personales e impersonales, pero sólo el segundo tipo de metas tienen interés científico.

También hay dos tipos de metas impersonales: las no-epistémicas y las epistémicas, pero las metas impersonales no-epistémicas carecen de interés, porque se ocupan de problemas tales como aliviar la condición del hombre, controlar la naturaleza, mejorar la calidad de vida y, por tanto, conducen hacia la noción de *progreso práctico*, pero no a la de progreso científico.

Así se llega a establecer que las únicas metas que importan son las metas impersonales epistémicas, porque son las que conducen a la noción de *progreso cognitivo*, o sea, a la base de la teoría del progreso científico que se ha adoptado.

Entre todas las metas impersonales epistémicas, la "más pura" es la "verdad". Sin embargo, existen verdades *aburridas* y verdades *significativas*. Las verdades aburridas se descartan porque son fáciles de alcanzar mediante observaciones y registros cuidadosos, los cuales, una vez adquiridos, pueden multiplicarse con simples ejercicios lógicos, matemáticos y estadísticos. Las verdades aburridas también se descartan porque dan lugar al progreso científico descriptivo, o sea, a la descripción de las relaciones y fenómenos de la naturaleza.

En suma, las únicas metas impersonales epistémicas que interesan son las verdades significativas, porque son las que dan lugar al *progreso teórico*; y de entre estas, la *más significativa* para el progreso científico ha sido "comprender la estructura del mundo".

Desde la Grecia Antigua y hasta el Siglo XVII, las comunidades científicas se propusieron alcanzar la *meta más significativa* porque, como consideraban que la naturaleza es creación de Dios, al revelar su estructura podrían reconocer las Intenciones Divinas. En contraste, las teorías modernas del progreso científico señalan que "comprender la estructura de la naturaleza" hoy en día se revela como la *meta más significativa* porque permite descubrir, en la medida de lo posible, cómo funciona el mundo. Además, señalan que, partiendo de esta meta más significativa, y dependiendo de la *racionalidad limitada* de cada científico, es posible plantear distintas *metas derivadas*.

Para avanzar en la respuesta de la pregunta sobre la relación entre progreso científico, metas y verdad, debe retomarse la idea kuhniana de que, aunque las personas difieren en cuanto a sus valores prácticos y en su comprensión del valor de lo epistémico, en la medida en que forman parte de una comunidad científica, llegan a compartir las mismas metas fundamentales (ver Kuhn 1962: 42 y Kuhn 1977: 322). En otras palabras, la idea kuhniana de que los científicos están unidos por valores compartidos puede reformularse diciendo que

una comunidad científica no sólo comparte una práctica de consenso, sino también sistema de metas fundamentales.

Sobre esta base, es posible afirmar que cuando en una sub-secuencia de prácticas de consenso la segunda práctica de consenso es progresiva respecto a la primera, entonces la comunidad científica en cuestión está haciendo realidad sus metas impersonales epistémicas comunes o las está haciendo realidad de una manera más completa.

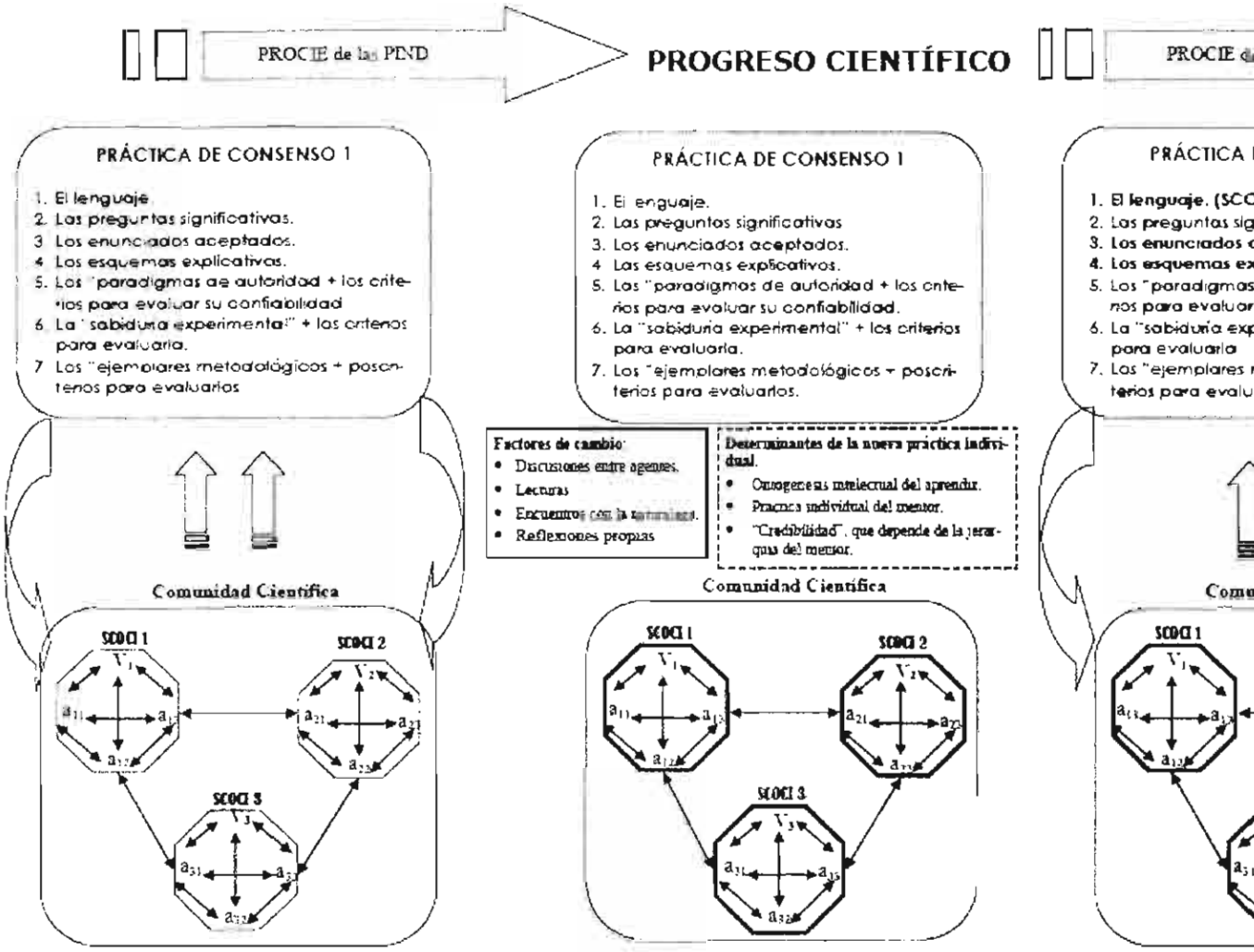
Por último, la conexión entre la noción de lo "significativo" y las variedades de progreso científico proviene del hecho de ordenar la naturaleza, o sea, de intentos dirigidos a conceptualizar y explicar. En palabras de Kitcher:

> A medida que avanza la ciencia mejora nuestra capacidad de conceptualizar y categorizar nuestra experiencia. Reemplazamos concepciones primitivas (...) con ideas mejor estructuradas. Nuestro lenguaje (...) se desarrolla (...) Además, somos capaces de construir una jerarquía de qué se relaciona con qué. Con estos antecedentes de las categorías y la jerarquía natural formulados, podemos formular preguntas significativas, preguntas que exigen más detalles acerca de nuestra imagen del mundo. Los enunciados significativos responden a preguntas significativas. Los experimentos significativos nos ayudan a resolver preguntas significativas. Los instrumentos significativos nos permiten realizar experimentos significativos. Los adelantos metodológicos nos ayudan a aprender mejor cómo aprender, a mejorar nuestra evaluación de los enunciados significativos. (Kitcher 1993: 138).

3.3.3.4. Descripción del progreso científico a nivel de la práctica de consenso

La figura 1.5. ilustra los componentes y la dinámica de la teoría del progreso científico de Kitcher a nivel de la práctica de consenso.

Figura 1.5. *Primera Modalidad de Progreso Científico a nivel de la Práctica de C*



Fuente: Elaboración Propia

LOS COMPONENTES

La comunidad científica está ilustrada en la figura 1.5. por los rectángulos inferiores. En esta figura, la comunidad científica está constituida sólo por tres "autoridades en la materia" y las sub-comunidades científicas que ellas comandan están representadas por octágonos. Las tres sub-comunidades están formadas, a su vez, por un veterano y tres aprendices. Las flechas que unen a las sub-comunidades, y las flechas que juntan internamente a sus miembros, ilustran las relaciones que se establecen en la comunidad científica.

En la figura 1.5., la práctica de consenso está ilustrada por los rectángulos superiores y está conformada por siete elementos: el lenguaje, las preguntas significativas, los enunciados aceptados, los esquemas explicativos, los paradigmas de autoridad, la sabiduría experimental y los ejemplares y principios metodológicos.

Aunque no se ilustra, se sobre-entiende que cada sub-comunidad científica tiene una práctica individual. La práctica individual de cada sub-comunidad cuenta con los mismos elementos de la práctica de consenso.

Las flechas ascendentes que unen ambos rectángulos significan que la práctica de consenso proviene de las relaciones y acuerdos que llegan a alcanzar en un momento determinado los miembros de la comunidad científica. Las flechas descendentes significan que, aunque cada sub-comunidad científica tiene su propia práctica individual, dicha práctica es sólo una modalidad de la práctica de consenso. Por último, las flechas horizontales denotan el tiempo y son necesarias para explicar cómo se desenvuelve el progreso científico.

PRIMERA MODALIDAD DE PROGRESO CIENTÍFICO

¿Cómo se lleva a cabo la sustitución de prácticas de consenso, o sea, cuál es la dinámica del progreso científico? La instauración de una nueva práctica de consenso puede darse de dos maneras, o sea, existen dos modalidades de progreso científico. La primera modalidad de progreso científico no contempla la competencia entre sub-comunidades científicas. Sin competencia entre las autoridades en la materia, el progreso científico se lleva a cabo de la siguiente

manera: todas las sub-comunidades científicas diariamente tratan de mejorar sus prácticas individuales. El esfuerzo que realizan las lleva a mejorar dichas prácticas en uno o en varios de sus componentes, o sea, a introducir una o más variedades de progreso científico. Este proceso provoca un desacoplamiento temporal respecto a la primera práctica de consenso. El desacoplamiento se corrige en el mediano plazo cuando una nueva práctica de consenso alimenta la tendencia general ascendente incorporando las variedades de progreso científico experimentadas por las prácticas individuales de las autoridades en la materia. Esta modalidad de progreso científico es ilustrada en la figura 1.5. con el engrosamiento del borde de todas las sub-comunidades científicas y con el cambio de la práctica de consenso 1 a la práctica de consenso 2.

Dado que la definición de progreso científico general que se ha proporcionado no se refiere a un mejoramiento simultáneo de todas las dimensiones de la práctica de consenso, esta primera modalidad de progreso científico se manifiesta como la aparición de la práctica de consenso 2, la cual está constituida por un remanente de la práctica de consenso 1 (que en este caso son las dimensiones 2, 5, 6 y 7 de la práctica de consenso) y por las variedades de progreso científico que obtuvieron las autoridades en la materia. Por tanto, la primera modalidad de progreso científico puede expresarse de la siguiente manera:

Práctica de consenso 2 = núcleo de la práctica de consenso 1 + mejoras en el lenguaje introducidas por la práctica individual 1 + mejoras en los enunciados aceptados introducidas por la práctica individual 2 + mejoras en los esquemas explicativos introducidas por la práctica individual 3

La figura 1.5. también muestra que, en la primera modalidad de progreso científico, la estructura de la comunidad científica conserva su integridad, porque en ambos momentos sigue estando constituida por las mismas tres sub-comunidades científicas y porque cada una de ellas sigue estando formada por el mismo veterano y los mismos tres aprendices.

SEGUNDA MODALIDAD DE PROGRESO CIENTÍFICO

La primera modalidad de progreso científico, sin embargo, es muy rara y, en el caso de que llegue a presentarse, es de muy corta duración, porque lo más usual

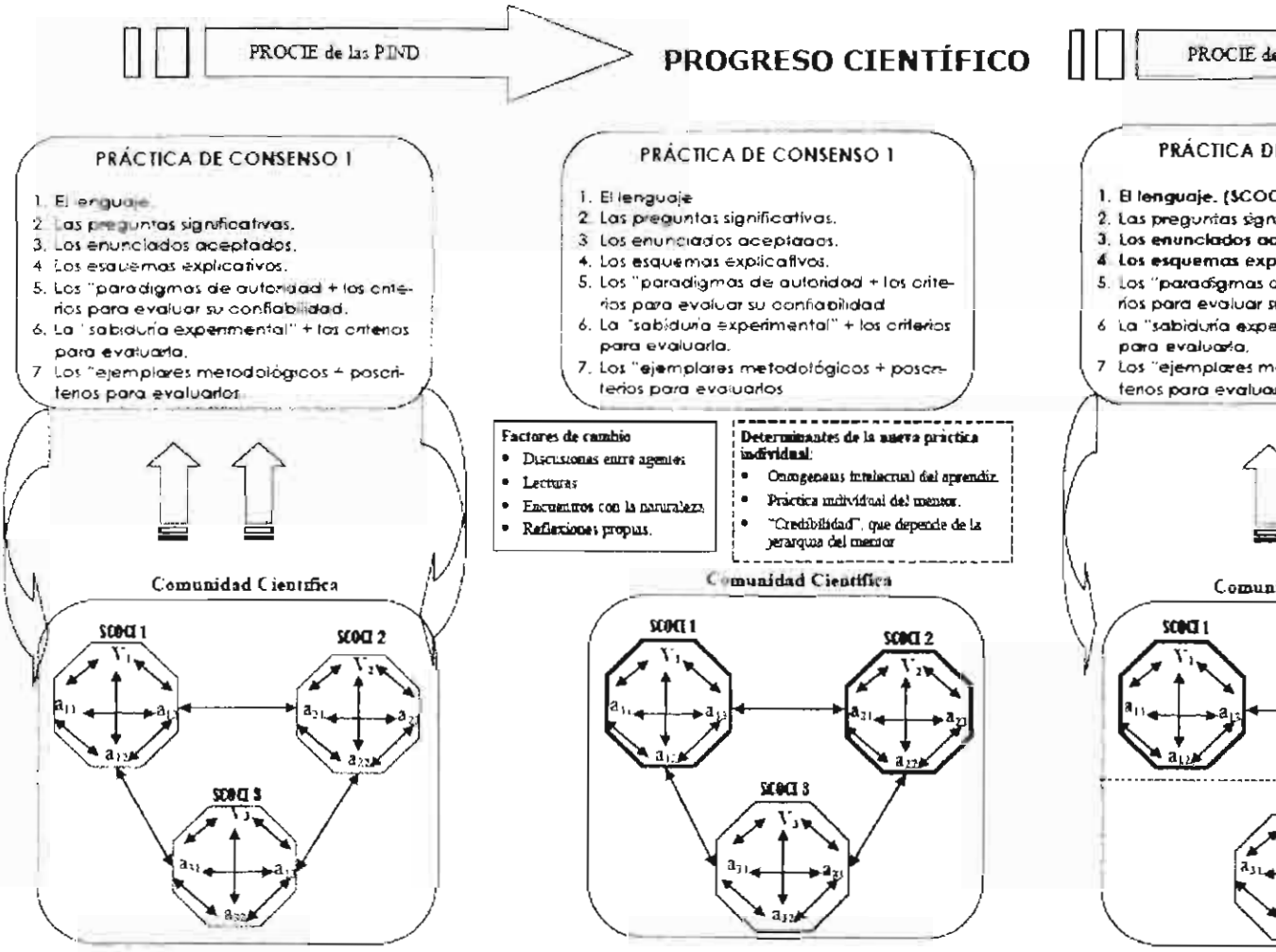
es que el progreso científico incorpore el elemento de la competencia, el cual actúa como un mecanismo de selección, como un elemento que disminuye la variedad de las prácticas individuales y que modifica su estructura.

La segunda modalidad de progreso científico (ilustrada por la figura 1.6) es más común porque sí incorpora el elemento de la competencia, el cual provoca que unas prácticas individuales mejoren su posición en la comunidad científica y que otras pierdan, es decir, que unos veteranos adquieran reconocimiento a expensas de otros veteranos. Este hecho tiene dos efectos en la comunidad científica.

El primer efecto es que las prácticas individuales que mejoraron sus actividades se desacoplan temporalmente de la práctica de consenso 1. Sin embargo, el desacoplamiento se soluciona en el mediano plazo, cuando la práctica de consenso 2 incorpora las variedades de progreso impulsadas por esas prácticas individuales.

En la figura 1.6. el primer efecto se ilustra con la mutación de la práctica de consenso 1 a la práctica de consenso 2, con el aumento de crédito de las prácticas individuales 1 y 2 (ilustrado por el engrosamiento de sus bordes) y con el establecimiento de una brecha entre estas práctica individual "progresistas" y la práctica individual que no impulsó ningún cambio, que por eso pierde reconocimiento en la comunidad científica (ilustrado por la línea punteada).

Figura 1.6. *Segunda modalidad de Progreso Científico a nivel de la Práctica de C*



Fuente: Elaboración propia

El segundo efecto tiene que ver con la práctica individual que no impulsó cambio alguno. El desempeño de esta práctica individual le permite seguir temporalmente acoplada con la práctica de consenso 1 en el período de desacoplamiento. Sin embargo, en el mediano plazo esta situación se traduce en una doble brecha: primero, como ya se apuntó, con las prácticas individuales "progresistas", y segundo, con la práctica de consenso 2, porque la práctica de consenso 1 ya ha mutado para incorporar las variedades de progreso científico introducidos por las otras prácticas individuales "progresistas". Con el tiempo, esas brechas se van ensanchando hasta que la práctica individual 3 es totalmente marginada y tiene que dejar su lugar a los descendientes más avanzados de las prácticas individuales "progresistas", quienes se han beneficiado por el crédito adquirido por sus veteranos y ya están en condiciones de comandar una sub-comunidad científica por sí mismos. Una secuencia de la figura 1.5. mostraría este efecto con la reestructuración de la comunidad científica, donde de nuevo existen tres sub-comunidades, pero todas ellas comandadas, sea por el veterano que adquirió más crédito o sea por alguno de sus aprendices más adelantados.

En esta modalidad del progreso científico se sigue conservando el supuesto de que el progreso científico general no implica un mejoramiento simultáneo de todas las dimensiones de la práctica de consenso. Por tanto, dicha modalidad de progreso científico puede expresarse de la siguiente manera:

Práctica de consenso 2 = núcleo de la práctica de consenso 1 + mejoras en el lenguaje y en los esquemas explicativos introducidas por la práctica individual 1 + mejoras en los enunciados aceptados introducidas por la práctica individual 2

4. METODOLOGÍA PARA ESTUDIAR EL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN CON LA EPISTEMOLOGÍA NATURALIZADA

La presente investigación evalúa el progreso científico del ESNI con la teoría del progreso científico delineada en este capítulo.

Para aplicar la Epistemología Naturalizada al análisis del progreso científico del ESNI se procede de la siguiente manera.

En el capítulo II se propone que el ESNI puede considerarse una comunidad científica, primero, porque desde 1990 existe, dentro de la Economía de la Innovación, un conjunto de autores dedicados exclusivamente al estudio de los Sistemas Nacionales de Innovación, segundo, porque esta comunidad científica se ha ido ampliando y consolidando durante los últimos 20 años, y tercero, porque es identificable un pequeño grupo de autoridades en la materia que ha impulsado el progreso científico dentro de dicha comunidad. Este capítulo se dedica precisamente a definir la aparición, la evolución y la estructura (sub-comunidades individuales que la conforman) de esta comunidad científica, así como su práctica de consenso.

Los capítulos III, IV, V y VI se dedican a definir la estructura de las autoridades en la materia del ESNI y las variedades de progreso científico que han aportado a lo largo de su existencia. Cada uno de estos capítulos consta de dos partes: en la primera de ellas se describe la práctica individual de la autoridad en la materia que comanda cada una de las cuatro sub-comunidades científicas que constituyen al ESNI, o sea, la teoría de los SNI de Lundvall, Nelson, Edquist y Niosi. En la segunda parte de estos cuatro capítulos se identifican y agrupan las variedades de progreso científico que impulsó cada sub-comunidad científica

En el capítulo VII, utilizando los hallazgos de los capítulos III-VI, se evalúa el progreso científico de la comunidad científica en su conjunto (el ESNI).

Al final se presentan las conclusiones de esta evaluación y el trabajo pendiente.

5. CONCLUSIONES

Este capítulo ha expuesto los elementos clave de la teoría del progreso científico de Kitcher; ha mostrado en qué se diferencia esta teoría de la teoría convencional del progreso científico y de otras teorías del progreso científico; ha resaltado que sus elementos distintivos la convierten en una teoría útil para evaluar el progreso científico del ESNI y ha sugerido una metodología para alcanzar dicho objetivo.

Este capítulo es nodal para la tesis porque proporciona el medio que permite evaluar el progreso científico en un área de la ciencia que carece de

enunciados lógicamente consistentes, de teorías generales y de formalización. Sin la teoría del progreso científico de Kitcher, la evaluación del progreso científico del ESNI se hubiera dificultado o tal vez hubiera sido imposible, porque otras teorías del progreso científico basan su evaluación en la dimensión de las teorías y en la de los enunciados, y en ausencia de teorías generales y enunciados lógicamente consistentes, no hubieran podido aplicarse.

La teoría del progreso científico de Kitcher, al revisar este proceso en varias dimensiones, abre la oportunidad de evaluar dicho proceso en el ESNI; sin embargo, también ha sido duramente criticada (Fuller 1994, Solomon 1995). Pero más allá de sus imperfecciones, en este capítulo se presentaron las ventajas que tiene para abordar nuestro objeto de estudio.

La aplicación de la teoría del progreso científico de Kitcher al ESNI tampoco está exenta de problemas: fue necesario hacer varios supuestos para poder establecer la práctica de consenso, no fue posible evaluar el progreso científico en sus siete dimensiones y seguramente el grupo de autoridades en la materia está incompleto (habrá que identificar otras sub-comunidades científicas e incorporarlas al análisis). Sin embargo, confiamos en que esos escollos no invaliden nuestras conclusiones acerca de la evolución del progreso científico en el ESNI.

CAPÍTULO II
EL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN Y SU PRÁCTICA DE CONSENSO

INTRODUCCIÓN

La Epistemología Naturalizada analiza el progreso científico a nivel de la comunidad científica. La importancia de este capítulo reside en que describe la estructura de la comunidad científica donde se aplicará la Epistemología Naturalizada, así como su práctica de consenso.

Para alcanzar su objetivo, este capítulo comienza identificando cómo surge la noción de SNI, describiendo cómo evoluciona este concepto, explicando cómo llega a conformarse la comunidad científica que denominamos ESNI, estableciendo su estructura (las sub-comunidades científicas que la conforman) y señalando en qué se diferencia el ESNI del Enfoque de los Sistemas de Innovación (apartado 1).

Posteriormente se supone, y se argumenta a favor de, que la práctica individual de Christopher Freeman (una de las autoridades en la materia del ESNI) es la primera práctica de consenso de esta comunidad científica (apartado 2). Por tanto, se procede a describir su surgimiento y sus elementos principales (apartado 3).

Luego se organizan los elementos de la teoría de los SNI de Freeman para conformar lo que se considera la primera práctica de consenso del ESNI. Es importante destacar que, dado que Freeman fue el pionero en el estudio de los SNI, es difícil especificar cuáles son sus ejemplares metodológicos. Puede decirse que la teoría de los SNI de Freeman carece de dichos ejemplares metodológicos, o bien, que todas sus prácticas son sus ejemplares metodológicos (apartado 4).

Por último, se presentan las conclusiones de este capítulo (apartado 5).

1. UBICACIÓN HISTÓRICA Y ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA

El concepto de SNI fue introducido por Christopher Freeman en 1982 en un informe preparado para la OECD, el cual no se publicó sino hasta después de su

muerte, acaecida en 2002. Aunque esta teoría tiene una longevidad de apenas poco más de cinco lustros, no es exagerado decir que en su corta existencia el concepto de SNI se ha difundido de manera acelerada, porque es un hecho que hoy en día casi no hay organismo internacional ni gobierno de país en el mundo que no "retome" el concepto de SNI en sus programas de política sobre ciencia, tecnología e innovación.[32]

¿Cómo estudiar el progreso científico del ESNI ante esta abrumadora proliferación de estudios?

La presente investigación acota el campo de estudio estableciento cuatro condiciones: i) aceptar que, a raíz de la publicación de los libros de Lundvall (1992) y de Nelson (1993), el desarrollo del concepto SNI se bifurcó dando lugar a dos vertientes: por un lado, los *estudios de los SNI orientados a la política*, fuente de la popularidad del concepto entre los *Policy Makers* y los organismos internacionales; y, por otro, los *estudios de los SNI guiados por la investigación*, orientados a revisar la fortaleza teórica y empírica del concepto; ii) considerar a los "estudios del SNI guiados por la investigación" como la vertiente más idónea para revisar el progreso científico de la teoría de los SNI; iii) reconocer como válida la hipótesis, sugerida por Edquist (1997), de que los estudios de los SNI guiados por la investigación, realizados luego de la publicación de los libros de Lundvall (1992) y Nelson (1993), generaron tanto interés que desataron un *boom* de estudios sobre los sistemas de innovación en general, y que este *boom* amplió el concepto de los SNI a tal grado que ha llegado a conformar un "Enfoque de los Sistemas de Innovación"[33] y iv) admitir que actualmente los estudios sobre los SNI sólo pueden

---

[32]. Una vía para comprobar la acelerada difusión del concepto de SNI nos la ofrece el Internet (la herramienta de búsqueda por excelencia de nuestra era): si se teclea "National Systems of Innovation", en el buscador Google, aparecen cientos de miles de referencias al concepto que nos ocupa. Una búsqueda realizada en septiembre de 2009 nos indicó que había aproximadamente 28,100,000 referencias al concepto SNI en "la red". Una búsqueda más refinada en el buscador Google Scholar nos informó que existían aproximadamente 846,000 referencias al concepto SNI. Otros autores han llevado a cabo este mismo ejercicio, llegando a similares resultados. Por ejemplo, en Lunvall (2007: 2) se reporta que usando Google en mayo del 2007 para la combinación "National Innovation System(s)" obtuvo casi un millón de referencias, y que usando Google Scholar, encontró más de 2,000 publicaciones científicas referidas a los libros de Lundvall (1992) y Nelson (1993), respectivamente.

[33]. Según Edquist, este enfoque incluye a todos los estudios de la innovación que adoptan la definición de sistemas, que se amparan en un programa de investigación basado en la teoría económica evolutiva y en la teoría económica neo-institucionalista, y que comparten una serie de características.

considerarse como una parte del Enfoque de los Sistemas de Innovación. Este apartado se ocupa de desmontar el ESNI del Enfoque de los Sistemas de Innovación y de delimitar nuestro objeto de estudio: la comunidad científica dedicada a estudiar los Sistemas Nacionales de Innovación (el ESNI).

Búsquedas en Internet tales como las citadas en la nota 32 son una herramienta imperfecta para delimitar y caracterizar el ESNI. Por eso en este apartado se ha decidido utilizar al estudio de Bo Carlsson "*Innovation Systems: A Survey of the Literature from a Schumpeterian Perspective*" de 2004 como una mejor herramienta para delimitar nuestro objeto de estudio. Según la investigación de Carlsson, el Enfoque de los Sistemas de Innovación está formado por poco más de 1,000 estudios publicados en el período 1987-2002, pero después de excluir los artículos periodísticos, las reseñas de libros, las duplicaciones y las referencias a "sistemas tecnológicos" en el sentido ingenieril, dicho universo se reduce a 752 referencias de libros y de artículos de revistas sobre los sistemas de innovación.[34] La gráfica 2.1. muestra cómo se distribuyen estos estudios, o sea, perfila la estructura del ESI. Siguiendo a Carlsson, se puede decir que el Enfoque de los Sistemas de Innovación está formado por 5 sub-enfoques:

1. El *Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación* (ESNI).[35]
2. El *Enfoque de los Sistemas Regionales de Innovación.*[36]

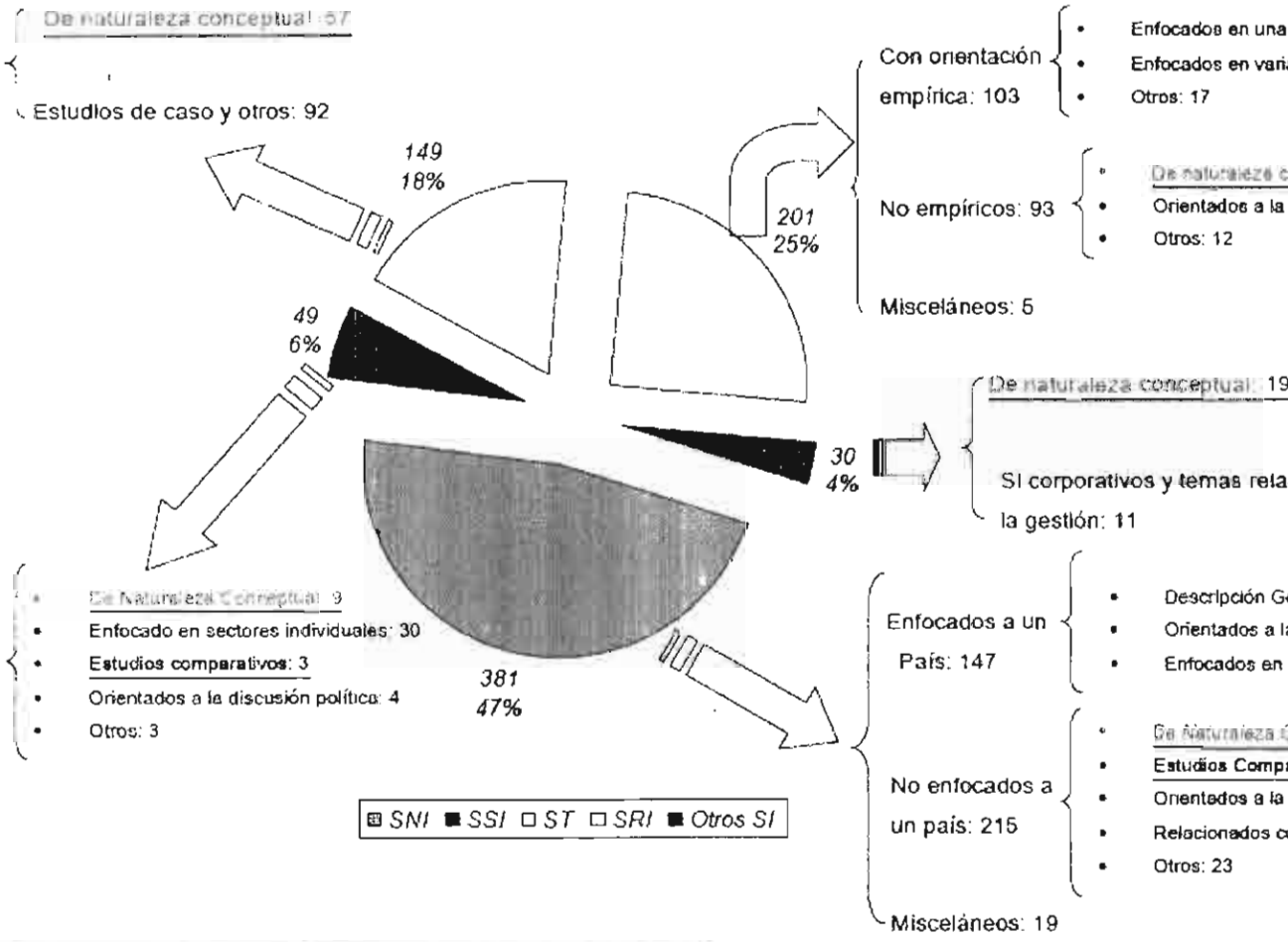
---

[34]. Los *abstracts* y artículos que forman parte de este estudio se obtuvieron de las bases de datos Social Science Citation, del ABI Inform y del EconLit. Los libros, se obtuvieron del EconLit y de distintos catálogos de bibliotecas (particularmente del OhioLink). La metodología del estudio consistió, por un lado, en buscar referencias usando varias combinaciones de las siguientes palabras clave: Innovation System o Systems, National Innovation System(s), Regional Innovation System(s), Sectoral Innovation System(s), y Technological System(s), usando el programa EnaNote; y por otro, en asignar a cada entrada una clasificación inicial, dependiendo de la combinación de palabras clave (ver anexo metodológico de Carlsson 2004: 9).

[35]. Éste sub-enfoque originalmente fue definido con criterios geográficos y según sus componentes. Proviene de los trabajos de Freeman (1982, 1987) y tiene una importancia especial porque dio lugar a lo que se ha denominado Enfoque de los Sistemas de Innovación.

[36]. Este sub-enfoque –al igual que el ESNI– está definido geográficamente y según sus componentes pero, a diferencia de aquel, es más heterogéneo porque incluye una serie de conceptos que lo vuelven más complejo e inasible. En efecto, al amparo del Enfoque de los Sistemas Regionales de Innovación se pueden encontrar estudios que van desde los "sistemas industriales regionales" (Saxenian 1994) y los "distritos industriales" a la Marshall y a la Rabellotti (1997, 2001) hasta los *clusters* industriales (Porter 1990, 1998), los "sistemas regionales y locales de innovación" (Braczyk *et al.* 1998; y Ohmae 1993), y la "nueva geografía económica", que ha cambiado la forma en que se explica la aglomeración y la ubicación geográfica (Markell y Malberg 1997; Cooke, 1996, 2001; y Clark, Feldman y Gertler 2000).

FIGURA 2.1. *Estructura del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovació*
(Participación en los estudios sobre sistemas de innovación publicados entre 1987-2002: 752)



FUENTE. *ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE CARLSSON (2004)*

3. El *Enfoque de los Sistemas Sectoriales de Innovación.*[37]
4. El *Enfoque de los Sistemas Tecnológicos de Innovación.*[38]
5. El *Enfoque de Otros Sistemas de Innovación.*[39]

En cuanto a la distribución de los sub-enfoques dentro del Enfoque de los Sistemas de Innovación, es pertinente acotar tres aspectos: i) el ESNI sigue siendo el sub-enfoque con mayor peso,[40] ii) el gran peso que tienen los sistemas

---

[37]. Este es un sub-enfoque definido sectorialmente con énfasis en un área de producto. Según Breschi y Malerba, el sistema sectorial de innovación puede ser definido como "un grupo de empresas dedicadas, [por una parte,] al desarrollo y realización de los productos de un sector [y, por otra,] a la generación y utilización de las tecnologías de un sector" (Breschi y Malerba 1997: 131), y según Carlsson, el Enfoque de los Sistemas Sectoriales de Innovación "se aplica a nivel de industria o sector y se basa en la idea de que dichos sectores operan bajo distintos regímenes tecnológicos" (Carlsson *et al.* 2002: 235). La literatura atribuye la autoría de este enfoque a Breschi y Malerba (1997), pero otros autores que han contribuido a su desarrollo son Malerba y Orsenigo (1990, 1993, 1995), Malerba (2002), y Cooke *et al.* (1997).

[38]. Este es un sub-enfoque definido sectorialmente con énfasis en campos tecnológicos específicos. El Enfoque de los Sistemas Tecnológicos de Innovación surgió en el marco del programa de investigación sueco de cinco años *Sweeden's Technological Systems and Future Development Potential*, iniciado en 1995 y conducido por Bo Carlsson, el cual abordaba aspectos teóricos de los sistemas tecnológicos y realizaba estudios empíricos sobre sistemas específicos tales como la automatización de las fábricas en las industrias electrónica, farmacéutica y de computación. El Enfoque de los Sistemas Tecnológicos de Innovación establece, primero, que –como en cada país existen muchos sistemas tecnológicos que evolucionan en el tiempo– los componentes del sistema (actores, instituciones, relaciones) varían a lo largo del tiempo. En segundo lugar, según este enfoque las fronteras nacionales no sirven para delimitan el sistema. Por último, para el Enfoque de los Sistemas Tecnológicos de Innovación la definición del sistema se enfoca en las *tecnologías genéricas* que tienen aplicaciones en muchas industrias. Así, el Enfoque de los Sistemas Tecnológicos de Innovación sugiere que en el sistema tecnológico se llevan a cabo interacciones de mercado y de no-mercado, y que éstas se agrupan en tres tipos de redes: redes de comprador-proveedor, redes de resolución de problemas, y redes informales. De entre ellas las más importantes son las segundas, porque dichas redes definen tanto la naturaleza como los límites del sistema. Este enfoque utiliza el concepto *bloques de competencia*, que se define como la infraestructura total necesaria para crear, seleccionar, reconocer, difundir y explotar nuevas ideas en *clusters* de empresas. Para aplicar el Enfoque de los Sistemas Tecnológicos de Innovación se requiere tomar en cuenta cuatro supuestos: primero, la unidad de análisis es el sistema tecnológico en su conjunto; segundo, el sistema tecnológico es dinámico porque toma en cuenta la retroalimentación; tercero, hay oportunidades tecnológicas globales ilimitadas (la contribución del sistema al conocimiento global es modesta) y el objetivo es ver qué tan bien un sistema puede identificar, absorber y explotar oportunidades tecnológicas globales; y cuarto, los actores operan con racionalidad limitada. El Enfoque de los Sistemas Tecnológicos de Innovación fue propuesto por Carlsson y Stankiewicz a principios de los 1990 (Carlsson y Stankiewicz 1991), pero ha sido desarrollado y aplicado también por Carlsson (1995, 1997, 2002), y por Carlsson y Jacobsson (1997). Para una caracterización más detallada del Enfoque de los Sistemas Tecnológicos de Innovación, consultar Carlsson *et al.* (2002: 236-244).

[39]. En este rubro Carlsson incluye los estudios que no tienen que ver con los cuatro enfoques anteriores ni con los sistemas de innovación en general. Este enfoque está constituido sobre todo por estudios de naturaleza conceptual y por estudios relacionados con sistemas de innovación corporativa y con temas relativos a la gestión.

[40] Del total de estudios sobre sistemas de innovación en el período estudiado, los dedicados al SNI representan el 47%. Este hecho es en cierto sentido sorprendente, porque si bien es cierto que por ser pionero dentro del ESI es lógico que en el período estudiado el concepto SNI haya recibido más atención que otros conceptos, también es cierto que criticar al concepto SNI se ha convertido en una práctica común, y era razonable esperar que dicha crítica recurrente se hubiese traducido en el fortalecimiento de los sub-enfoques alternativos. Esto no parece haber ocurrido, y no sólo por lo que muestran los datos del estudio de Carlsson,

tecnológicos[41] y iii) el Enfoque de los Sistemas Regionales de Innovación ocupa el segundo foco de atención dentro del Enfoque de los Sistemas de Innovación.[42]

Se podrían decir muchas otras cosas acerca de la estructura del Enfoque de los Sistemas de Innovación. Sin embargo, lo que nos interesa destacar de los hechos estilizados presentados en este apartado es, por una parte, que la noción de SNI que Freeman propuso en 1982 fue adquiriendo durante los 1980 un gran reconocimiento en el ámbito académico y que dio lugar a la conformación de una comunidad científica dedicada al estudio de los SNI (el ESNI); y por otra, que esta comunidad científica se reestructuró en el período 1990-1993 porque en esos años se publicaron dos libros que inauguraron dos nuevas prácticas individuales dentro del ESNI.[43]

A partir de esta reestructuración, el ESNI experimentó un acelerado crecimiento debido a que el concepto de SNI empezó a ser usado no sólo en el ámbito académico, sino también por los *Policy Makers* en varios países y en los organismos internacionales. El crecimiento fue de tal magnitud que es posible afirmar que hoy en día no hay gobierno (federal, estatal y municipal) ni organismo internacional que no aluda en su discurso a la importancia de los SNI. Esta reestructuración también alimentó la diversidad en dos sentidos: por un lado, porque ha incorporado conceptos que no se refieren al sistema de innovación a nivel nacional, sino a niveles sub-nacionales y supra-nacionales, y por otro, porque alberga estudios que abordan a los sistemas de innovación desde distintos

---

estudios teóricos y empíricos sobre los SNI, fenómeno que se ha visto acompañado por el estancamiento de los estudios sobre el Sistemas Sectoriales de Innovación y el Sistema Regional de Innovación.

[41]. El Enfoque de los Sistemas Tecnológicos de Innovación participa con el 18% de los estudios sobre sistemas de innovación en el periodo estudiado. La contraparte de este fenómeno es la relativamente baja participación del Enfoque de los Sistemas Sectoriales de Innovación en el Enfoque de los Sistemas de Innovación: tan sólo el 6% de los estudios en el período se dedicaron al análisis de los sistemas sectoriales de innovación.

[42]. Estos estudios representan el 25% del total de estudios realizados en el período sobre los sistemas de innovación. Aquí cabe mencionar que esta gran atención puede resultar engañosa, porque –como quedó establecido cuando caracterizamos los sub-enfoques de innovación– este sub-enfoque estudia fenómenos tan distintos como los *clusters*, los sistemas regionales de innovación y los sistemas locales de innovación.

[43]. Por una parte, está el libro de Lundvall (1992), donde se trata de impulsar el desarrollo teórico del concepto de SNI; y por otra, se ubica el libro de Nelson (1993), donde se explora empíricamente por primera vez la naturaleza del SNI.

ángulos: nacional, comparativo, sub-nacional, teórico, empírico, estudio de caso, etc. (ver gráfica 2.1.).

La ampliación y diversificación experimentada por el ESNI ha dado lugar (como vimos en los párrafos anteriores) a un meta-enfoque, que Edquist (1997) denominó Enfoque de los Sistemas de Innovación, el cual agrupa a todos los estudios sobre los sistemas de innovación que comparten la visión de la teoría de sistemas y los postulados teóricos de la economía evolutiva y de la teoría neo-institucionalista. El reconocimiento de este hecho es muy importante para definir nuestra comunidad científica, porque muestra, por una parte, que hoy en día el ESNI sólo es un sub-enfoque de una estructura más compleja denominada ESI, y por otra, que dentro del ESNI hay un grupo de autores especializados en estudiar aspectos teóricos y empíricos de los SNI.

Así, la comunidad científica denominada "Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación" puede definirse como un sub-enfoque del ESI que se dedica a estudiar teórica y empíricamente a los *Sistemas Nacionales de Innovación*.

¿Qué autores pertenecen al ESNI?

No existe un *survey* que agrupe y estudie sistemáticamente, o al menos resuma, dicho cuerpo de literatura. Ese es un trabajo que está por realizarse. Sin embargo, el artículo de Carlsson (2004) es un excelente punto de partida para definir al ESNI. Según este estudio, entre 1987 y 2002 se escribieron 351 libros y artículos sobre los SNI.[44] Por tanto, la comunidad científica denominada ESNI estaría formada por los autores que escribieron dichos estudios.

El estudio de Carlsson no aporta información acerca de la estructura de esta comunidad científica, es decir, no indica quienes son los miembros ni quienes son las "autoridades en la materia" del ESNI. Sin embargo, nuestro conocimiento sobre la historia y sobre la evolución del concepto de SNI nos permite señalar que

[44]. Esta fotografía del ESNI, sin embargo, está incompleta, porque no incluye el trabajo seminal sobre el tema (Freeman 1982/2004), por la sencilla razón de que este articulo fue publicado posteriormente; ni tampoco incorpora la literatura que discute la fortaleza teórica del concepto de SNI, la cual se incrementó sensiblemente desde 2003 y, por tanto, tampoco pudo ser incluida.

dentro del ESNI existen al menos cinco sub-comunidades científicas y que ellas son comandadas por las siguientes "autoridades en la materia":[45]

1. **Christopher Freeman**, quien introdujo el concepto de SNI y estableció las bases teóricas sobre este fenómeno.
2. **Benght-Ake Lundvall**, quien podría considerarse parte de la sub-comunidad comandada por Freeman, pero también como una sub-comunidad aparte, la cual se acerca más a los postulados de Freeman.
3. **Richard Nelson**, quien se apega a lo que algunos autores denominan enfoque "estrecho" de los SNI.
4. **Charles Edquist**, quien inició el revisionismo dentro del Enfoque de los Sistemas de Innovación y que ha hecho importantes aportes teóricos respecto al SNI.
5. **Jorge Niosi**, quien hace aportes que sugieren no sólo profundizar en el estudio de la innovación (Lunvall) o de las relaciones y la función de los SNI (Edquist), sino insertar el estudio de los SNI en el marco teórico más amplio de las ciencias de la complejidad.

2. LA PRIMERA PRÁCTICA DE CONSENSO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN

El punto de partida de la presente investigación es que la práctica individual de la sub-comunidad científica comandada por Christopher Freeman puede considerarse también como la primera práctica de consenso del ESNI. Por tanto, el progreso científico de esta comunidad se refiere a las mejoras que le han hecho las demás prácticas individuales a la de Freeman a lo largo del tiempo.

Cuatro argumentos apoyan esta idea. Primero, aunque en sentido estricto la noción de SNI fue explorada desde hace mucho tiempo, en el ESNI se acepta como un hecho que fue Freeman quien propuso por primera vez, en la era moderna, la utilización de este concepto como una alternativa al análisis estándar

[45]. La adopción de esta estructura para evaluar el progreso científico del ESNI no implica que neguemos la existencia de otras sub-comunidades científicas; al contrario, aceptamos la posibilidad de que estudios posteriores encuentren y caractericen otras autoridades en la materia y, por esta vía, enriquezcan la evaluación que realiza la presente investigación.

de la competitividad (centrado en los sueldos y en las tasas de cambio). La propuesta esencial de este autor es que hay una "competitividad estructural" (el SNI) que se basa en factores tales como las instituciones, la tecnología y los recursos humanos. Antes de Freeman ningún autor había sugerido la posibilidad de que el "entorno" jugara un papel en el impulso de la innovación.

Segundo, Freeman fue el primer autor que aplicó empíricamente la teoría de los SNI para analizar el SNI de Japón.

Tercero, desde principios de los 1980 Freeman se mantuvo investigando y teorizando sobre los SNI.

Y cuarto, todas las "autoridades en la materia" del ESNI aceptan a Freeman, no sólo como el pionero en el estudio de los SNI, sino también como uno de sus paradigmas de autoridad, o sea, como una referencia obligada a la hora de estudiar dichos sistemas.

3. ORIGEN Y ELEMENTOS BÁSICOS DE LA PRIMERA PRÁCTICA DE CONSENSO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN

En este apartado se identifica el origen de la primera práctica de consenso del ESNI, se presentan sus elementos básicos y se revisan algunas evaluaciones de dicha práctica de consenso.

3.1. Origen de la primera práctica de consenso del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación y algunos de sus rasgos fundamentales

A principios del presente milenio se pudo establecer que el origen de la primera práctica de consenso del ESNI, o sea, de la teoría de los SNI de Freeman se remonta a 1982, cuando el Grupo *ad hoc* sobre Ciencia, Tecnología y Competitividad Internacional de la OECD le encargó a este autor escribir un informe al respecto. La OECD, sin embargo, argumentando que su capacidad de publicación estaba "sobrecargada" en ese momento, se negó a publicar dicho informe. El argumento de la OECD era sólo un pretexto, porque la verdadera razón para negarse a publicar el informe era que las conclusiones de Freeman recogían una conclusión "controvertida" del grupo de trabajo: que el análisis estándar de la competitividad, centrado en los sueldos y las tasas de cambio, era

ingenuo y engañoso, y que, por tanto, se recomendaba introducir el concepto de "competitividad estructural", el cual incorpora factores tales como instituciones, tecnologías, y recursos humanos.

Vista en retrospectiva, la reticencia de la OECD a publicar en ese año el informe de Freeman era en cierto sentido justificada, porque ese documento sostenía una posición contraria a los vientos que corrían: contradecía la predominancia del libre mercado sugiriendo que era necesaria la participación del gobierno y tomar en cuenta factores "exógenos", como el SNI.

La negativa de la OECD a publicar el informe de marras hizo que el documento de Freeman permaneciera desconocido durante más de dos décadas.[46] Un efecto colateral de esta negativa fue que, por algunos años, se mantuvo una pequeña polémica para establecer los orígenes del concepto de SNI, que puede resumirse así: En Freeman (1995: 5), por una parte, se aseguraba que la primera persona que usó en un contexto moderno la expresión "Sistema Nacional de Innovación" fue Lundvall en un artículo titulado "*Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the nacional system of innovation*", incluido en el libro *Technical Change and Economic Theory* (Dosi *et al.* 1988: 349-369). Ahí se apunta además que, para dotar de significado al término SNI, otros autores lo utilizaron en sus artículos y conformaron la Parte V del libro. Por otra parte, estaban quienes sostenían que el primer autor contemporáneo que publicó tal expresión fue el propio Freeman en su libro *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan* de 1987, al analizar los patrones de aprendizaje tecnológico japoneses mediante el estudio del desempeño de su política tecnológica y económica.

Sin embargo, ahora se sabe que esta polémica acerca del origen de la primera práctica de consenso del ESNI es falsa y que dicho origen se encuentra en el documento titulado "Technological Infraestructure and International Competitiveness" (Freeman 1982/2004). A continuación se resume el contenido de

[46]. La revista *Industrial and Corporate Change* dedicó su edición de julio de 2004 (Vol. 13, Issue 3) a explicar el contexto en que surgió por primera vez el concepto SNI. Así es como el documento de Freeman salió a la luz, junto con trabajos de Lundvall y de otros importantes representantes del ESNI, que explicaban su importancia y los avatares por los que tuvo que pasar por desafiar a los representantes de la economía convencional.

dicho documento y se colocan entre paréntesis el tipo de componente de la práctica de consenso al que hace referencia.

En este documento se establece que la teoría de los SNI se basa en dos ideas básicas: i) que el proceso de innovación no es lineal y ii) que dicho sistema no es cerrado, o sea, que los elementos que conforman interactúan entre ellos y con el ambiente (estos son dos enunciados aceptados).

Lo novedoso de la teoría de los SNI de Freeman es que el "ambiente" (los factores externos) también juega un papel central en el cambio tecnológico, es decir, que la innovación es influenciada, condicionada, y co-construida por factores ambientales (este es un esquema explicativo).

El punto de partida de la teoría de los SNI de Freeman es que varias contribuciones teóricas y empíricas apuntalan la idea de que el libre comercio no siempre es ventajoso para todos los países. En este sentido, se señala que Pavitt y Soete (1980), luego de analizar cómo afecta la I&D y el patentamiento a la especialización internacional y a la competitividad de las economías nacionales, llegan a la conclusión de que la "infraestructura tecnológica" de los países (su I&D y su patentamiento) afecta tanto a la especialización como a la competitividad internacional de los países (estos son un término clave y un paradigma de autoridad).

Freeman retoma la propuesta de estos autores y la complementa diciendo que la infraestructura tecnológica está compuesta, no sólo por la I&D y por las patentes, sino también por "otros determinantes de la competitividad", tales como los mercados financieros, los sistemas de educación y la organización del trabajo, prefigurando de esta manera el concepto de SNI (este es un término clave mejorado por Freeman, dado que le asigna un nuevo modo de referencia).

Posteriormente, para imprimirle a su noción de SNI una perspectica de largo plazo, Freeman enmarca el *catching up* de los países en el contexto de las ondas largas y de los nuevos sistemas tecnológicos (este es un progreso explicativo, porque coloca un esquema explicativo en una perspectiva más amplia).

Adicionalmente, Freeman señala las limitaciones del análisis cuantitativo y aboga por la utilización del método de "historia razonada" (este es un instrumento). En este trabajo pionero, además de Pavitt y Soete (1980), Freeman identifica como sus paradigmas de autoridad a Bowers *et al.* (1981), Krupp (1984), y Saviotti (1986), quienes utilizaron el concepto "sistema tecnológico" para referirse a sistemas complejos de artefactos físicos tales como los grandes sistemas eléctricos. En cuanto a sus conclusiones, Freeman rescata a List más que a Smith cuando señala la importancia que tienen las políticas del gobierno en la construcción de "infraestructura" y en la inversión en "capital mental" (estos son otros términos clave). En lo relativo a sus recomendaciones de política, Freman pronostica, a nivel internacional, que la política de tasas de interés dirigida a obtener precios correctos tendría un efecto limitado en la innovación nacional, y a nivel nacional, enfatiza la importancia de las redes inter-empresa, de la formación de *clusters* y de la unión entre empresas e "instituciones de conocimiento" (estos son otros término clave).

3.2. Otros elementos de la primera práctica de consenso del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación

La primera práctica de consenso del ESNI no está constituida únicamente por los componentes vertidos en Freeman (1982/2004), sino que también incluye muchos otros componentes que este autor fue agregando a lo largo de casi 30 años. El último libro de Christopher Freeman sobre los SNI fue publicado en 2008 (Freeman 2008). Un par de años antes de su sensible fallecimiento, acaecido el 16 de agosto de 2010). Por ejemplo, la definición de SNI de Freeman se alimenta de dos fuentes. La primera de ellas se encuentra en Freeman (1987) y se despliega en dos ideas avanzadas por Schumpeter: i) que las innovaciones son un factor fundamental de dinamismo e inestabilidad económica y ii) que la "ventaja competitiva" de empresas y naciones proviene de su "capacidad tecnológica". En otras palabras, la teoría de los SNI de Freeman retoma de Schumpeter la idea de que las innovaciones estimulan el desarrollo económico de largo plazo y la idea de que las innovaciones tienen una naturaleza discontinua (así se incorporan nuevos enunciados, términos clave y paradigmas de autoridad).

La segunda fuente de la teoría de los SNI de Freeman es más explícita y fue señalada en Freeman (1995): los lineamientos que Friedrich List sugirió para que Alemania impulsara su *catching up* respecto a Inglaterra. *Grosso modo*, List proponía:

1. Una política de protección a la Industria Infante.
2. Políticas relacionadas con el aprendizaje de nueva tecnología para acelerar la industrialización y el crecimiento económico.
3. Que la inversión intangible en la acumulación de conocimiento es más importante que la inversión en capital físico.
4. Que la inversión en capital intangible y la inversión en capital tangible son interdependientes.
5. Desarrollar un sistema de educación y capacitación que apoyara la creación de habilidades superiores y el incremento de la productividad.
6. Reconocer que hay una interdependencia entre la importación de tecnología y el desarrollo técnico doméstico. En otras palabras, aceptar que no sólo es importante que un país adquiera nueva tecnología, sino también que la incremente. (Freeman 1995: 6-7)

El enfoque de List incluso adoptó un nombre sugerente, "Sistema Nacional de Producción", y en general incluía algunos de los componentes del concepto moderno de SNI propuesto por Freeman:

1. Las instituciones dedicadas a la capacitación y la educación.
2. Institutos científicos y técnicos.
3. Acumulación de conocimiento.
4. Adaptación de tecnología importada.
5. Promoción de industrias estratégicas. (Freeman *op. cit.*)

Sin embargo, hay elementos novedosos en el enfoque de Freeman, derivados del contexto en el que surgió, que evidentemente estaban ausentes en la propuesta de List. Freeman incorpora a su enfoque una serie de hechos estilizados, producto de investigaciones empíricas sobre la innovación en el período de posguerra, tales

como el mayor peso de la I&D de las empresas, los vínculos productor-usuario, el énfasis en la ciencia y la tecnología dentro del sistema educativo, la explicita importancia que tiene el nivel estado-nación, y la gran importancia que cobra el SNI para la coordinación política.

Todos estos elementos permitieron a Freeman definir al SNI como "la red de instituciones públicas y privadas cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías" (Freeman 1987: 1). (Aquí se reconoce otro paradigma de autoridad, se mejoran términos clave y se incorporan nuevos enunciados aceptados).

3.3. Esbozos de evaluación de la primera práctica de consenso del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación

Todas las sub-comunidades científicas del ESNI reconocen que Freeman es el principal paradigma de autoridad de sus prácticas individuales. Sin embargo, sólo algunos miembros del ESNI se han atrevido a evaluar explícitamente de los alcances de la práctica de consenso del ESNI.

Lundvall, por ejemplo, señala que la definición de SNI de Freeman es "amplia", comparada con la de Nelson (1993) y en general con la de los representantes de la teoría de la "triple hélice" (ver Mowery y Oxley 1995; y Etzkowitz y Leydesdorf 2000) y sugiere que la diferencia entre las definiciones "amplia" y "restringida" depende del país donde se desarrolla el estudio (ver, entre otros, Lundvall 1992, 1998, 2003 y 2005). Sin embargo, este autor no se atreve a criticar a Freeman y recientemente más bien sugiere que, para progresar científicamente, el ESNI debe rescatar y hacer justicia a los postulados de su primera práctica de consenso.

Una de las pocas evaluaciones explícitas que se han hecho sobre la primera práctica de consenso del ESNI es la de McKelvey (1991). Esta autora aglutina opiniones dispersas y señala que la práctica de consenso del ESNI tiene cuatro rasgos fundamentales: i) resalta el papel de la política del gobierno, ii) enfatiza el papel de la I&D, en especial en relación con la tecnología importada, iii) subraya el rol de la educación y de la capacitación y iv) le asigna gran importancia a la estructura de la industria en general.

Si las evaluaciones de la primera práctica de consenso del ESNI no abundan, las críticas que ha recibido son mucho más escasas. Edquist y Hommen (2006), en una nota a pie de página apuntan que una insuficiencia de la primera práctica de consenso del ESNI es que denominaba instituciones, no a las "reglas del juego", sino a los organismos públicos o "instituciones formales". Adicionalmente, estos mismos autores señalan que dicha práctica usa indistintamente los términos "tecnología" e innovación y tiende a identificarlos con el conocimiento incorporado en los artefactos tecnológicos. En otras palabras, estos autores sugieren que dos debilidades de la primera práctica de consenso del ESNI son, por una parte, que ella restringe las innovaciones a las innovaciones de proceso y producto, y por otra, que ella tiende a restarle importancia a las innovaciones organizacionales y sociales.

La crítica más directa a la primera práctica de consenso del ESNI la hizo McKelvey. Esta autora sugiere, por un lado, que en la primera práctica de consenso del ESNI el concepto de SNI adolece de "determinismo tecnológico" porque –auque reconoce que los actores juegan un papel cuando dice que la nueva tecnología, los detalles del nuevo paradigma, o los ajustes sociales necesarios no pueden predecirse– su punto de partida analítico es que el cambio tecnológico radical es la fuerza que guía el cambio social y económico en los países. Otra crítica de McKelvey a la primera práctica de consenso del ESNI es que ella enfatiza la "necesidad estructural" antes que el alcance autónomo de la acción. En otras palabras, en dicha práctica de consenso las *innovaciones radicales* presentan una explicación estructural y semejan un proceso histórico inalterable, mientras que la innovación social parece ser el resultado de acciones individuales.

En suma, para McKelvey la primera práctica de consenso del ESNI tiene las siguientes características: i) centra su análisis en los "componentes" del sistema y no enfatiza lo suficiente la importancia de las relaciones que se establecen entre ellos; ii) utiliza una definición "amplia" de SNI, en el sentido de que incorpora instituciones que no se especializan en la I&D; iii) le da importancia a la actuación del gobierno y a su política industrial y iv) define a las instituciones más como

infraestructura que como "reglas del juego", es decir, las define como "organizaciones públicas". En otras palabras, para McKelvey la importancia de la primera práctica de consenso del ESNI radica en que es la primera en sugerir que el "ambiente" ayuda a explicar las brechas tecnológicas entre países (es la primera que endogeniza la tecnología), pero tiene un gran problema: reduce el ambiente a simples organizaciones públicas.

La presente investigación considera que estas evaluaciones de la primera práctica de consenso del ESNI son importantes en la medida de que tratan de sintetizar sus características y sus faltantes. Sin embargo, también considera que esas evaluaciones son desordenadas, poco propositivas respecto a las vías para impulsar el progreso científico del ESNI y muy a tono con las evaluaciones pesimistas de principios de los 1990.

Investigaciones posteriores han desmentido muchas de las críticas a la primera práctica de consenso del ESNI, otras investigaciones han levantado nuevas críticas, pero en general puede afirmarse que en el ESNI escasean evaluaciones profundas de su progreso científico. En el siguiente apartado se sientan las bases de otro tipo de evaluación del progreso científico del ESNI estableciendo las características de lo que se ha denominado la primera práctica de consenso del ESNI.

4. CARACTERIZACIÓN DE LA PRIMERA PRÁCTICA DE CONSENSO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN

Este apartado expone la práctica de consenso del ESNI, o sea, describe los siete componentes de la práctica individual de la la sub-comunidad científica comandada por Freeman. La descripción incluye, no sólo los componentes mencionados en las sub-secciones 3.1. y 3.2., sino también otros elementos que Freeman fue agregando en sus distintas investigaciones.

4.1. El lenguaje

Se ha establecido que el lenguaje desempeña dos funciones en la práctica de consenso: i) asignarle nombre al fenómeno que será analizado y a los elementos que lo conforman y ii) dotar de sentido a esos nombres.

En este apartado se especifica el lenguaje de la primera práctica de consenso del ESNI en dos tiempos: primero, identificando sus *términos clave*, o sea, las expresiones que usa para referirse a las entidades de la realidad en las cuales está interesada; y segundo, especificando el *potencial de referencia* de cada uno de esos términos, o sea, los distintos sentidos que se le asignan en la práctica de consenso a cada expresión. El cuadro 2.1. contiene ambas variables.

Cuadro 2.1. *Términos clave y sus potenciales de referencia de la primera práctica de consenso del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación*

Término Clave	Potencial de Referencia
Brecha tecnológica	• MR_1: Distancia entre el líder tecnológico y otro país en cuanto a la disponibilidad y difusión de la mejor tecnología que existe.
Cambio técnico	• MR_1: Proceso por medio del cual un país inicia, importa, modifica y difunde nuevas tecnologías (Nota de la R: es sinónimo de proceso de innovación)
Catching up	• MR_1: Uso o canalización eficiente del esfuerzo tecnológico de un país. • MR_2: Depende del monto del esfuerzo tecnológico realizado y de las innovaciones institucionales y sociales que promueva el gobierno.
Competitividad internacional	• MR_1: No depende de la dotación de factores, sino de la competencia entre empresas. • MR_2: La tecnología es un factor determinante de la competencia entre empresas. • MR_3: El gobierno puede impulsar la competencia entre empresas mediante sus políticas económicas. • MR_4: Un indicador de competitividad internacional es la cuota de mercado mundial de un país.
Desarrollo económico	• MR_1: El buen desempeño de un país en cuanto a crecimiento de la productividad y PIB per capita.
Esfuerzo tecnológico	• MR_1: Proceso que llevan a cabo los países tanto para mantener el liderazgo tecnológico como para disminuir la brecha tecnológica. • MR_2: Se refleja en el impulso de la I&D y de otras actividades inventivas y científicas.
Inversión intangible	• MR_1: Inversión en acumulación de conocimiento. • MR_2: Inversión en la formación de habilidades innovadoras. • MR_3: Esfuerzo tecnológico. • MR_4: Inversión en "capital intelectual" (List *dixit*)
Inversión tangible	• MR_1: Inversión en capital físico.
Liderazgo tecnológico	• MR_1: indica que un país cuenta con la mejor tecnología que existe y que la mayoría de las empresas tienen acceso a ella. • MR_2: Un indicador de liderazgo tecnológico es la competitividad internacional de un país.
Sistema de aprendizaje	• MR_1: SNI de los países que intentaron el *catching up* en el Siglo XX. Hay *sistemas de aprendizaje pasivos* (propios de los países que no alcanzaron el *catching up*) y *sistemas de aprendizaje activo* (propios de los países que sí alcanzaron el *catching up*).
Sistema de ciencia y tecnología	• MR_1: Grupo de "instituciones" dedicadas a la ciencia y a la tecnología. • MR_2: Infraestructura física de un país dedicada a desempeñar actividades científicas y tecnológicas.

Sistema Nacional de innovación	♦ **MR_1**: Red de instituciones públicas y privadas cuyas actividades e interacciones hacen posible el proceso de cambio técnico. ♦ **MR_2**: Universidades, institutos de investigación, infraestructura tecnológica, sistemas de capacitación industrial, sistemas de información, centros de diseño y otras instituciones científicas y técnicas. ♦ **MR_3**: Ambiente institucional. ♦ **MR_4**: Interacciones que establecen las instituciones de un país, públicas y privadas, dedicadas a la ciencia y a la tecnología, a la educación superior, a la innovación y a la difusión de la tecnología. ♦ **MR_5**: Instituciones que impulsan la formación de "capital intelectual" (List *dixit*), o sea, la "acumulación tecnológica". ♦ **MR_6**: En palabras de Abramovitz (1986), el SNI es sinónimo de la "habilidad social", o sea, de la habilidad de un país para introducir cambios institucionales que estimulen la tasa de cambio técnico y que, por tanto, aceleren la tasa de crecimiento en el largo plazo.
Sistema Nacional de Innovación amplio	♦ **MR_1**: enfoque cualitativo que incluye a todas las instituciones que afectan al proceso de innovación. ♦ **MR_2**: Desde los 1970, este enfoque recibe impulso de hechos estilizados que demuestran que el proceso de innovación se alimenta de otras fuentes, además de la I&D, tales como: o Las innovaciones de proceso y en servicios también se alimentan de la interacción con el entorno (mercado, empresas sub-contratadas y proveedores). o Para obtener innovaciones radicales es muy importante establecer relaciones con otras empresas y con los componentes del sistema de ciencia y tecnología. o Una fuente de cualquier tipo de innovación es el cambio de los sistemas de producción. o La tasa de difusión y la productividad dependen de "aspectos sistémicos" de la innovación ♦ **MR_3**: Reconociendo que el SNI "estrecho" está incorporado en un sistema socio-económico más amplio, Freeman señala que la escala, dirección y éxito del proceso de innovación no depende únicamente de aquel, sino también de un SNI "amplio", que incluye a factores culturales, políticos y de política económica.
Sistema Nacional de Innovación estrecho	♦ **MR_1**: Enfoque cuantitativo centrado en la I&D, o sea, en las instituciones directamente involucradas en actividades científicas y técnicas. ♦ **MR_2**: Se basa en una visión lineal de innovación: Gran ciencia → I&D → innovaciones radicales → difusión de innovaciones radicales basada en un "ciclo de la tecnología" ♦ **MR_3**: Instituciones que promueven deliberadamente la adquisición y diseminación de conocimiento (laboratorios de I&D, públicos y privados).
Tasa de cambio técnico	♦ **MR_1**: Indicador del desempeño innovador de un país, o sea, de qué tan exitoso es en iniciar, importar, modificar y difundir innovaciones.
Taxonomía del cambio técnico	♦ **MR_1**: El cambio técnico puede clasificarse en cuatro categorías, según el tipo de innovaciones que impulse: o *Innovaciones incrementales*. Este tipo de innovaciones *provienen*, por una parte, de las invenciones o mejoras sugeridas por ingenieros y otros trabajadores involucrados en el proceso productivo, y por otra, de las iniciativas y propuestas de los usuarios. Este tipo de innovaciones son *importantes* para elevar la capacidad productiva o productividad (eficiencia en el uso de los factores productivos) y *aparecen* por lo regular luego de una innovación radical. La innovaciones incrementales *se asocian*, por un lado, con el escalamiento de la planta y equipo, y por otro, con el mejoramiento de la calida de los productos y servicios. Por último, una vía para medir estas innovaciones son las patentes. o *Innovaciones radicales*. Si las innovaciones incrementales se asocian con el mejoramiento de tecnologías que ya están en funcionamiento, cabría preguntar si esas mejoras pueden dar lugar a otras innovaciones tecnológicas. Freeman señala que esto no es posible, sino que existe otro tipo de innovaciones: las radicales. Siguiendo a Schumpeter (1939), Freeman señala que las innovaciones radicales no son introducidas por

		ingenieros o empresarios "racionales", sino por empresarios poco comunes. Por tanto, las innovaciones radicales se consideran eventos discontinuos que son generados por la acción deliberada de empresarios innovadores y, recientemente, de laboratorios de I&D privados, universitarios o gubernamentales. Estos eventos se distribuyen desigualmente en la economía; sirven como posibles detonadores de nuevos mercados, de la disminución de costos y del aumento en la calidad de productos existentes; combinan innovaciones de producto, de proceso y organizacionales; y su impacto económico es limitado y localizado. Algunos autores (ver Mensch 1979) dicen que las innovaciones radicales aparecen particularmente en periodos de profunda depresión, en respuesta al colapso o declinación de los merados establecidos, pero Freeman no dice que no hay evidencia empírica que compruebe esto. o *Innovaciones en el sistema tecnológico.* Este tipo de innovaciones se refieren a cambios tecnológicos de largo alcance o innovaciones radicales no localizadas que afectan a uno o varios sectores económicos y que dan lugar a nuevos sectores. Este tipo de innovaciones son una combinación de innovaciones radicales, incrementales y organizacionales que afectan a varias empresas. Quien identificó primero este tipo de innovaciones fue Keirstead (1948) quien, cuando exponía la teoría schumpeteriana del desarrollo económico, las denominó "constelación de innovaciones". Un ejemplo de este tipo de innovaciones es el cluster de innovaciones de materiales sintéticos (ver Freeman, Clark y Soete 1982). o *Innovaciones en el paradigma tecno-económico* (*Revoluciones tecnológicas*). Este último tipo de innovaciones hacen referencia a innovaciones radicales no localizadas que afectan, no a varios sectores, sino al conjunto de la economía. Schumpeter (1939) denomina a estas innovaciones "destrucción creadora" y las ubica en el centro de su teoría de los ciclos largos del desarrollo económico. Ejemplos de estos tipos de innovaciones son el vapor, la electricidad y las TICs. La expresión "paradigma tecno-económico", introducida por Pérez (1983, 1985) por primera vez, sugiere que estas innovaciones son el producto de un proceso de selección que se verifica en el largo plazo, cuya difusión involucra la interacción de fuerzas tecnológicas, económicas y políticas. Por tanto, un nuevo paradigma tecno-económico es tal cuando afecta la estructura y las condiciones de producción y distribución de casi todas las ramas económicas. Los cambios en el paradigma tecno-económico están basados en combinaciones de innovaciones radicales de producto, proceso y organizacionales. Estos cambios se verifican sólo de vez en cuando (una o dos veces por siglo), pero cuando ocurren, se ven acompañados por cambios en el marco institucional y social (el SNI), y por cambios en la estructura organizacional, el stock de capital, la mezcla de habilidades y el estilo de administración de las empresas.

Fuente: elaboración propia

La primera columna del cuadro 2.1. aglutina los 16 términos clave que utiliza la primera práctica de consenso del ESNI. Estos términos provienen de todos los documentos que Freeman dedicó al estudio de los SNI. La importancia de estos términos clave radica, por una parte, en que le permiten a Freeman conectar sus ideas con un fenómeno de la naturaleza: el SNI, y por otra, en que Freeman los utiliza como referencia para trazar el progreso conceptual del ESNI.

La segunda columna del cuadro 2.1. presenta los distintos sentidos o modos de referencia que le asigna Freeman a cada término clave. El potencial de

referencia se define como el conjunto de sentidos que tiene cada término clave. Al igual que los términos clave, los potenciales de referencia provienen de los sentidos que les asigna Freeman a cada término clave en todos los documentos que dedicó a estudiar los SNI. Los potenciales de referencia son importantes porque permiten determinar si el ESNI ha experimentado o no progreso conceptual, dependiende de si alguna autoridad en la materia fue capaz de agregar, sustituir o mejorar de alguno de los modos de referencia de los 16 términos clave.

Para facilitar su estudio y seguimiento, los términos clave no se ordenaron cronológica o jerárquicamente, sino alfabéticamente. Los modos de referencia, por su parte, se enlistaron según fueron apareciendo en el curso de la investigación, o sea, no siguen ningún orden.

4.2. Las preguntas significativas

El cuadro 2.2. contiene las 13 preguntas significativas de la primera práctica de consenso del ESNI. Dichas preguntas proceden de todos los documentos que Freeman dedicó a estudiar los SNI.

Cuadro 2.2. *Preguntas significativas de la primera práctica de consenso del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación*

1.	¿Qué es un sistema de ciencia y tecnología (SCyT), cómo se organiza, cómo cambia su configuración en el tiempo, qué determina esos cambios?
2.	¿En qué medida los cambios en el SCyT ayudan a explicar el liderazgo tecnológico de un país, el cual se refleja en el fortalecimiento de su competitividad internacional?
3.	¿Cómo se relaciona la infraestructura tecnológica con la competitividad internacional de un país?
4.	¿Cómo surgen las brechas tecnológicas y económicas entre países?
5.	¿Como son disminuidas o eliminadas las brechas tecnológicas mediante el *catching up*?
6.	¿Las políticas de un país dirigidas a mejorar su desempeño competitivo provocan cambios en su SCyT?
7.	¿Existe algo que indique cuáles políticas son más efectivas para la siguiente ola de nuevas tecnologías?
8.	¿Qué innovaciones sociales le permiten a un país introducir nuevas tecnologías específicas y a alcanzar liderazgo tecnológico y económico?
9.	¿Qué papel juegan las instituciones en el desarrollo económico?
10.	¿Cómo inciden las instituciones en la aceleración de la tasa de cambio técnico?
11.	¿Qué factor explica el triunfo o fracaso del esfuerzo innovador de las empresas y los países? ¿Es el SNI el factor que explica el triunfo o fracaso del esfuerzo innovador de las empresas y los países?
12	¿Cómo se complementan entre sí los sub-sistemas que forman el SNI (ciencia, tecnología, economía, política y cultura)?
13.	¿Cómo se complementan el SNI y los sistemas sub-nacionales de innovación?

Fuente: elaboración propia.

Las preguntas del cuadro 2.2. pueden considerarse en su conjunto como *instrumentalmente significativas* porque su objetivo es ejemplificar los esquemas explicativos recientemente introducidos por la primera práctica de consenso del ESNI. Estas preguntas son importantes porque tratan de ejemplificar los esquemas recientemente establecidos, o sea, encontrar casos convincentes que consoliden dichos esquemas.

En el ESNI, este tipo de preguntas significativas aparecen en los libros de Freeman (1987), de Nelson (1993) y de principios de los 1990, que trataban de investigar las particularidades de los SNI de distintos países.

La primera práctica de consenso del ESNI está erotéticamente bien fundada porque se plantea preguntas instrumentalmente significativas originales (que no se habían planteado anteriormente) y porque esas preguntas apuntan hacia la ejemplificación de sus esquemas explicativos verdaderos.

Se pueden destacar tres aspectos de las preguntas significativas de la primera práctica de consenso del ESNI. El primero de ellos es la ausencia absoluta de preguntas sobre el concepto de sistema. La falta de interés en ese concepto se refuerza con el hecho de que Freeman siempre escribió Sistema Nacional de Innovación entre comillas, como queriendo denotar que no estaba convencido de que el entorno de las empresas, que él denominó SNI, conformara un verdadero "sistema" (incluso llegó a sugerir que tal vez el único "SNI" que existe es el japonés).

Segundo, las preguntas significativas de la primera práctica de consenso se concentran en desentrañar la relación que se establece entre el SNI y la competitividad de los países, la cual –según Freeman– se conecta con el liderazgo tecnológico y económico. Según Freeman, la competitividad asume la forma de "brechas" tecnológicas y económicas entre un país líder y el resto de los países "seguidores" y "recién llegados".

Y tercero, las preguntas significativas de la primera práctica de consenso pueden dividirse en etapas, según el acento que pongan en uno u otro esquema explicativo. En una primera fase, las preguntas tratan de desentrañar la relación que se establece entre el sistema e infraestructura de ciencia y tecnología y la

competitividad internacional (preguntas significativas 1-5). En un segundo momento las preguntas tratan de matizar esta relación y se interesan, no sólo por el sistema de ciencia y tecnología, sino también por las demás "instituciones" que inciden en el proceso de cambio técnico (preguntas significativas 6-11). En su último artículo (Freeman 2002b), el interés de Freeman se dirige hacia los distintos niveles del sistema de innovación y hacia la relación que se establece entre ellos (preguntas 12 y 13).[47]

4.3. Los enunciados aceptados

En el cuadro 2.3. están los 23 enunciados aceptados de la primera práctica de consenso del ESNI. Dichos enunciados se recopilaron de todos los documentos que Freeman dedicó a estudiar los SNI.

Cuadro 2.3. *Enunciados aceptados (EA) de la primera práctica de consenso del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación*

EA_1	Partiendo del hecho, destacado originalmente por Posner (1961), de que tecnología y desempeño comercial se relacionan, se sugiere la idea de que la competitividad internacional de un país se relaciona positivamente con su liderazgo tecnológico, y que éste último depende a su vez de factores institucionales tales como el "sistema nacional de ciencia y tecnología" (o sea, un especie de sistema nacional de innovación, pero muy estrecho).
EA_2	El liderazgo tecnológico le permite a un país abrir una "brecha tecnológica y económica" entre él y el resto de los países. Ante las limitaciones del análisis cuantitativo, es preferible analizar las "brechas tecnológicas" entre países con base el su SNI (aspecto cualitativo del cambio técnico).
EA_3	El proceso de cambio técnico es la fuente que alimenta el liderazgo tecnológico de un país y, por tanto, también es la base de su competitividad internacional y de su desarrollo económico (entendido como un aumento de la productividad y del PIB *per capita*).
EA_4	El crecimiento acelerado de su tasa de cambio técnico le permite a un país líder ampliar la "brecha tecnológica y económica" que lo separa de los demás países.
EA_5	El crecimiento de la brecha entre un puñado de países desarrollados y el resto de los países atrasados y los procesos de *forging ahead*, *catching up* y *falling behind* entre los países líderes demandaban, por tanto, una explicación, la cual no podía provenir de la economía neoclásica, porque ella pronosticaba más una convergencia que una divergencia entre países, ni de la teoría formal del crecimiento, porque la mayoría de ellos involucraban interdependencias y se confinaban al interesante fenómeno del "residual", el cual no podía ser satisfactoriamente desagregado. Es aquí donde entra la teoría de los SNI, la cual atribuye dichas divergencias a la existencia de distintos tipos de cambio técnico e institucional, o sea, a que cada país rodea su proceso de innovación (importar, mejorar, desarrollar y difundir innovaciones tecnológicas, de producto y de proceso) con distintos SNI.
EA_6	El establecimiento de una nueva "brecha tecnológica" es seguido por una fase de *catching up*, en la cual los líderes tecnológicos son alcanzados y, a veces, rebasados por otros países. La experiencia sugiere que, para que un país experimente *catching up* ante un cambio de paradigma,

[47]. Cabe acotar a este respecto que Freeman nunca aceptó la crítica de que el proceso de globalización mina la noción de SNI; al contrario, él considera que el nivel nacional sigue siendo importante para el proceso de innovación y que, en última instancia, el sistema de innovación a ese nivel se complementa tanto con los sistemas sub-nacionales de innovación como con los sistemas supra-nacionales de innovación.

	no es necesario que adquiera capacidad productiva y tecnológica en todas las innovaciones radicales asociadas con el nuevo paradigma, pero lo que sí es indispensable es que adquiera la habilidad para usar las nuevas tecnologías en algunas industrias y para adaptar la producción de parte del amplio rango de nuevos productos y servicios a condiciones locales. El éxito en esta adquisición de habilidades y adaptación productiva local va a requerir de la interacción de un grupo de empresas e instituciones, o sea, de un SNI. En otras palabras: las universidades, los institutos de investigación, la infraestructura tecnológica, los sistemas de capacitación industrial, los sistemas de información, los centros de diseño y otras instituciones científicas y técnicas proporcionan la base fundamental que hace posible la adaptación al cambio económico estructural asociado al cambio en el paradigma tecno-económico.
EA_7	Desde la posguerra, el desarrollo económico de los países depende más de la inversión intangible (acumulación de conocimiento) que de la tangible (capital físico). En otras palabras, el liderazgo de un país (la brecha tecnológica y económica que establece respecto a los demás países) depende más de las innovaciones sociales e institucionales impulsadas por su SNI que de su dotación de recursos, de su acumulación de capital físico o de factores financieros y monetarios (diferencial de salarios, tipo de cambio, tasa de interés, etc.).
EA_8	Según List, el liderazgo de un país depende de su éxito económico y tecnológico, el cual depende de su SNI, o sea, de las instituciones que le permiten la formación de "capital intelectual" (acumulación tecnológica). En otras palabras, la formación de habilidades innovadoras (dependiente del esfuerzo tecnológico: inversión en capital intangible y del SNI de los países) es el factor que determina el desempeño tecnológico y económico de los países, y por tanto, de las brechas tecnológicas y económicas.
EA_9	El crecimiento acelerado de la tasa de cambio técnico de un país seguidor lo lleva a experimentar un proceso de *catching up* (de actualización tecnológica), o sea, un estrechamiento de la brecha que lo separa del país líder. Este proceso implica que el país seguidor ha hecho una canalización eficiente de su esfuerzo tecnológico. En otras palabras, la actualización tecnológica involucra dos aspectos. El primero es de naturaleza eminentemente cuantitativa, y se refiere al esfuerzo tecnológico realizado por el país, que incluye tanto la generación y aplicación de conocimiento por parte de las empresas como las actividades inventivas y científicas impulsadas por otros agentes. Todo país que aspire al liderazgo tecnológico debe realizar este esfuerzo. El segundo es un factor cualitativo que alude al marco institucional y social en que se desenvuelve el proceso de cambio técnico de las empresas, o sea, al Sistema nacional de Innovación. En última instancia, el proceso de *catching up*, la disminución de la brecha entre un país seguidor y el líder tecnológico, depende de este segundo factor, porque el SNI permite, por una parte, que el esfuerzo tecnológico sea canalizado eficientemente, y por otra, que dicho esfuerzo esté alineado con el paradigma tecnológico en curso. Cuando un país seguidor cuenta con un SNI que cumple con estos dos cometidos, no sólo podrá disminuir la brecha que lo separa del líder tecnológico, sino también aspirar convertirse eventualmente en el nuevo líder tecnológico.
EA_{10}	El éxito del SNI para impulsar el *catching up* y, eventualmente, para lleva a un país a convertirse en líder tecnológico depende de que los *policy makers* sean capaces, por una parte, de establecer metas estratégicas de largo plazo, y por otra, de llevar a cabo un pronóstico tecnológico que les indique, de manera razonablemente acertada, las áreas clave donde deben concentrar el esfuerzo tecnológico y hacia dónde deben dirigir las innovaciones institucionales y sociales para aprovechar al máximo las oportunidades que brinda el nuevo paradigma tecnológico.
EA_{11}	Uno de los componentes del SNI que impulsan el cambio técnico y, por tanto, que explican por qué se amplía o se estrecha la "brecha tecnológica" de un país respecto a los demás, es la infraestructura científica y tecnológica. Otros factores son: 1. Establecer objetivos estratégicos para estimular el desarrollo tecnológico y consolidar la estructura industrial; 2. Rechazar la inversión extranjera directa y otorgarle a las empresas toda la responsabilidad para ensamblar y mejorar la tecnología importada; 3. Aumentar el nivel educativo formal, la cultura científica general, la capacitación práctica y la actualización frecuente de la mano de obra; 4. Impulsar innovaciones sociales que ayuden a integrar todos los elementos del SNI; y 5. Instrumentar un modelo de competencia complementario con todos estos elementos del SNI.
EA_{12}	Desde fines del siglo XIX, el desarrollo económico de los países se ha caracterizado por la interacción de innovaciones técnicas (nuevo paradigma tecnológico) e innovaciones institucionales (SNI). Retrasos institucionales (o anquilosamiento del SNI, por ejemplo, la falta de laboratorios de I&D, de un sistema de capacitación industrial, de un impulso a la ciencia) han obstaculizado el proceso de cambio técnico. Por tanto, el desarrollo industrial moderno depende del aprovechamiento de las nuevas tecnologías y de la formación de habilidades científicas y

	tecnológicas internas.
EA_{13}	Dado que el liderazgo tecnológico de los países es un proceso complejo de cambio institucional, para explicar el proceso de cambio tecnológico es necesario identificar los desacoplamientos entre el SNI de un país y el nuevo paradigma tecnológico, así como las innovaciones institucionales que buscan solucionar dicho desacoplamiento.
EA_{14}	El ambiente (SNI) perfila (estimula, facilita, bloquea, mantiene) el proceso de innovación ("actividades innovadoras") de las empresas (List dixit)
EA_{15}	Respondiendo a las críticas respecto a la fortaleza teórica del concepto de SNI, si bien es cierto que las empresas trasnacionales podrían jugar un papel importante en la difusión global de las innovaciones radicales (equipo especializado, habilidades técnicas, técnicas de organización, empresas, mixtas, etc.) –y es por eso que todos los países ofrecen incentivos para atraer IED y para establecer acuerdos de colaboración tecnológica)–, también es cierto que dichas empresas sólo se asientan en los países que están dispuestos a impulsar cambios institucionales encaminados a fortalecer su capacidad tecnológica autónoma, o sea, innovaciones institucionales y sociales en sus respectivos SNI.
EA_{16}	A mediados del Siglo XIX fue evidente que, en las industrias de mayor crecimiento, el proceso de innovación basado en el *learning by doing*, *by using* y *by interacting* (en los que se sustentó el liderazgo de GB) debería acompañarse o sustituirse por otro basado en una forma más profesional y sistemática de obtener innovaciones. De ahí el surgimiento del laboratorio de I&D privado y del sistema de educación y capacitación que lo alimentaba de científicos, ingenieros y técnicos altamente calificados.
EA_{17}	Desde el Siglo XVIII, los cambios decisivos en el SNI de los países líderes fueron el incremento de la cultura científica en la población, la multiplicación de los vínculos entre la ciencia y la tecnología, y el uso generalizado de la ciencia y la tecnología en la industria manufacturera.
EA_{18}	GB, Europa y sobre todo Estados Unidos alcanzaron su liderazgo económico gracias a enormes economías de escala y a un fuerte impulso de la cultura científica.
EA_{19}	Desde la segunda mitad del Siglo XX, los países recién llegados que se actualizaron lo hicieron gracias a que, aprovechando la ventaja de los países seguidores (Gerschenkron dixit), lograron obtener economías de escala, y a que lograron conformar un SNI. En otras palabras: "aunque Gerschenkron indudablemente estaba en lo correcto al detectar algunas grandes ventajas para los países recién llegados y en mostrar que, en algunas circunstancias, los recién llegados, comenzando desde un nivel de productividad muy bajo, disfrutarían de tasas de crecimiento mucho más altas que los países líderes establecidos, de esto ciertamente no se desprende que los recién llegados siempre tenderán a converger con los líderes. El que ellos lo logren o no depende, como se ha sugerido, de su capacidad para impulsar cambios institucionales y sociales, o sea, de su SNI, de la naturaleza del nuevo paradigma tecnológico y de la coyuntura de las relaciones internacionales".
EA_{20}	Ante la supuesta amenaza de la globalización para los SNI, se establece que los estados, las economías nacionales y los SNI siguen siendo esenciales, sobre todo para los países en desarrollo, donde las políticas nacionales para impulsar el *catching up* siguen siendo fundamentales. Sin embargo, también se reconoce que la interacción entre el SNI con los sistemas subnacionales, por un lado, y con los sistemas supranacionales, por otro, tiene cada vez más importancia y serán las áreas de investigación más prometedoras en el Siglo XXI.
EA_{21}	Adam Smith sugirió que la brecha tecnológica y económica entre países era resultado de su capacidad para producir innovaciones técnicas y sociales. La idea de que el enfoque amplio del SNI es preferible al enfoque estrecho fue propuesta por List. Por tanto, para ir más allá de las propuestas de Smith y de List, es necesario enfatizar en el estudio de la innovación.
EA_{22}	El ESNI se ha concentrado en analizar el papel del desempeño innovador en el desarrollo económico y en identificar y describir algunos rasgos del SNI.
EA_{23}	En suma, Freeman sugiere que el crecimiento económico depende fuertemente del cambio técnico (proceso de innovación) y del cambio institucional (SNI).

Fuente. elaboración propia.

Los enunciados aceptados del cuadro 2.3. son importantes para la primera práctica de consenso del ESNI por dos motivos: primero, porque le dan razones para aceptar otros enunciados, y segundo, porque esos enunciados son *significativamente verdaderos*, o sea, son enunciados que responden

correctamente, proporcionan respuestas verdaderas, a sus preguntas significativas.

Los enunciados aceptados del cuadro 2.3. no están ordenados cronológicamente ni jerárquicamente, sino que se enlistaron conforme fueron apareciendo en el curso de la investigación.

4.4. Los esquemas explicativos

El cuadro 2.4. contiene los siete esquemas explicativos de la primera práctica de consenso del ESNI. Estos esquemas explicativos se elaboraron con los enunciados aceptados por esta comunidad científica, los cuales provienen de todos los documentos que Freeman dedicó a estudiar los SNI.

Cuadro 2.4. *Esquemas explicativos de la primera práctica de consenso del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación*

	Esquemas Explicativos o Patrones de Argumento General
1	La fuente de la competitividad de un país (de su liderazgo tecnológico y económico) no es su ventaja comparativa, derivada de su dotación de factores, sino la competencia de sus empresas manufactureras. Tres elementos importantes en la competencia inter-empresarial son el esfuerzo tecnológico que realicen, las instituciones que sirven como marco para la competencia y el gobiemo, que mediante políticas apropiadas puede impulsar dicha competencia. Este esquema explicativo es una síntesis del patrón sugerido por List (1847), cuyos puntos fundamentales son: 1) La competitividad de un país depende de su capacidad para apropiarse de, e incrementar el, "capital mental" (inversión intangible), o sea, el conjunto de descubrimientos, invenciones, mejoras y perfeccionamientos acumulados en la historia de la humanidad. 2) En la apropiación y fortalecimiento del capital mental, y por tanto, de la competitividad de un país, son importantes los siguientes factores: a. La interacción de la inversión intangible (en formación de habilidades) y de la inversión tangible (en capital material). b. Las importaciones de tecnología mediante la inversión extranjera y la atracción de mano de obra capacitada de otros países. c. La capacitación de la mano de obra nacional (en este sentido, una crítica de List a Smith es que este último enfatiza demasiado un elemento de las fuerzas productivas: la división del trabajo, y resta importancia a la capacitación de la mano de obra). d. La canalización de la inversión hacia el sector manufacturero, ya que este sector estimula el crecimiento de otros. e. El establecimiento de metas de largo plazo (estratégicas) en las políticas de desarrollo económico, donde el estado juegue un papel central. f. La vinculación de la industria manufacturera con la defensa nacional.
2	El proceso de innovación involucra cuatro mecanismos básicos: 1) El *coupling*. El liderazgo tecnológico de un país depende de en buena medida del grado de sincronización entre las nuevas posibilidades técnico-científicas (el nuevo paradigma tecnológico) y las necesidades de los potenciales usuarios. Como la armonización entre esos elementos es cada vez más difícil, las innovaciones sociales e institucionales (SNI) han llegado a ser un factor clave para asegurar dicho *coupling* y, por tanto, el liderazgo tecnológico de los países. 2) La *síntesis creativa* de información proveniente de varias fuentes. 3) La *aglomeración*. Autores como Nelson y Winter (1982) sugieren que los cambios en el liderazgo tecnológico están asociados con las "trayectorias naturales", o sea, con la emergencia de aglomeraciones o "sistemas tecnológicos nuevos" y con los cambios asociados en la estructura industrial. Si un país

	seguidor no se adapta rápidamente a esas "trayectorias naturales", pueden fracasar en su proceso de *catching up* y quedarse atrás de los líderes tecnológicos. Por tanto, la capacidad de un país para explotar rápida y eficientemente una "trayectoria natural" depende fuertemente de su SNI, o sea, de una serie de inversiones infraestructurales (sobre todo en educación), de las modalidades de interacción que adopten sus empresas y de los arreglos institucionales de educación y capacitación. 4) El liderazgo tecnológico de un país también depende de su capacidad de absorción (*comprehending*). Este mecanismo depende as su vez de los sistemas de monitoreo, de información y de educación, de la apertura de la sociedad y del movimiento de la gente y las ideas. 5) *La imitación.*
3	Un país innovador puede abrir una "brecha tecnológica de comercio" debido a que puede imponer un precio de monopolio a sus exportaciones. Este país puede mantener su liderazgo tecnológico por un período largo de tiempo si realiza un fuerte esfuerzo tecnológico (inversión en I&D, impulso de las actividades inventivas y científicas) y si canaliza dicho esfuerzo a través de un SNI que aproveche las potencialidades del paradigma tecnológico en curso. Así, el liderazgo tecnológico es un proceso complejo, costoso e impredecible porque depende, por una parte, de las características del paradigma tecnológico en un período histórico determinado, y por otra, de una combinación de innovaciones técnicas, sociales y organizacionales denominadas SNI.
4	El SNI es una red de instituciones, públicas y privadas, dedicadas a la ciencia y la tecnología, a la educación superior, a la innovación y a la difusión de la tecnología (por ejemplo, universidades, institutos de investigación, infraestructura tecnológica, sistemas de capacitación industrial, sistemas de información, centros de diseño), cuyas actividades e interacciones hacen posible el proceso de cambio técnico, el cual es la base del desarrollo económico, del liderazgo tecnológico y de la competitividad internacional de un país.
5	El capitalismo avanza mediante oleadas de revoluciones tecnológicas. Estas oleadas desacoplan la estructura tecno-económica y el marco institucional de los países, provocando una época de crisis, que se resuelve mediante un cambio institucional para acoplar ambos lados del sistema. Aquí es donde juega un papel importante el SNI, ya que introduce innovaciones institucionales y sociales que ayudan al re-acoplamiento de la estructura tecno-económica con el marco institucional. Una vez que ambos lados del sistema se han reacoplado, se abre una oleada de crecimiento económico que dura unos 30 años, para dar lugar a otro desacoplamiento más o menos marcado.
6	El papel de los gobiernos en el proceso de cambio técnico es fomentar un marco institucional (ambiente de selección) que le permita a las empresas aprovechar las oportunidades del paradigma tecnológico en curso, o sea, fomentar un SNI que les permita a las empresas emprender inversiones en el proceso de innovación a pesar de los riesgos que implican. El éxito del gobierno en su fomento del cambio técnico (en impulsar un SNI eficiente) depende, por un lado, de la identificación temprana de los rasgos de dicho paradigma mediante un pronóstico tecnológico y, por otro, de la adaptación y reformulación continua del SNI, conforme se despliega dicho paradigma.
7	El crecimiento económico de un país se alimenta fuertemente de la ciencia y la tecnología que genera internamente y de la que adquiere del exterior.

Fuente: Elaboración propia

La primera práctica de consenso del ESNI matiene implícitos sus esquemas explicativos y no avanza en su formalización. Por eso el cuadro 2.4. no puede presentar dichos esquemas de manera tal que muestren claramente sus componentes, o sea, su argumento esquemático o conjunto de enunciados esquemáticos, sus instrucciones de llenado y su clasificación del argumento esquemático. Esta limitación es entendible dado que ésta es la primera práctica de consenso del ESNI. Sin embargo, esta debe ser una tarea urgente de esta comunidad científica.

Más allá del escaso progreso en su formalización, los "textos explicativos ideales" mostrados en el cuadro 2.4. son importantes porque nos indican la teoría

con la cual está comprometida esta comunidad científica, es decir, la explicación que elige para revelar el entorno que rodea a los agentes innovadores, para responder las preguntas significativas o para aplicar el patrón general a casos particulares y afianzar, de esta manera, sus juicios acerca de cómo se relacionan los componentes del SNI y de cómo se relaciona este fenómeno (el SNI) con otros (el crecimiento económico, el desarrollo, etc.).

4.5. Los paradigmas de autoridad

En el cuadro 2.5. se encuentran los 18 paradigmas de autoridad de la primera práctica de consenso del ESNI. Dichos paradigmas se obtuvieron de todos los documentos que Freeman dedicó a estudiar los SNI y revelan la deuda intelectual que Freeman dice tener con otros investigadores en cuanto al estudio de los SNI.

Cuadro 2.5. *Paradigmas de autoridad de la primera práctica de consenso del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación*

	Paradigma de Autoridad	Aporte de los paradigma de autoridad a la primera práctica de consenso del ESNI
1	Michael Posner	♦ Teoría del comercio internacional basada en la brecha tecnológica.
2	Gary Hufbauer, Raymond Vernon, NIESR, Luc Soete, Irving Cravis, Robert Lipsey, Roy Rothwell, E. Sciberras, Nicholas Kaldor	♦ Ejemplificación y ampliación de la teoría de Michael Posner.
3	Joseph Schumpeter	♦ Teoría de la innovación. ♦ Privilegia el análisis histórico por sobre el estadístico o analítico.
4	Wassily Leontief	♦ "Paradoja de Leontief", la cual muestra que la economía convencional es incapaz de explicar los patrones comerciales de posguerra.
5	Friedrich List	♦ Rasgos básicos de un SNI. ♦ Papel del estado como coordinador e de políticas tecnológicas de largo plazo. ♦ Formación de capital humano. ♦ *Catching up.* ♦ Infraestructura tecnológica. ♦ Vinculación entre "capital intelectual" y desarrollo económico,
6	Giovanni Dosi	♦ Paradigma tecnológico.
7	Carlota Pérez y Luc Soete	♦ Paradigma tecno-económico. ♦ Ondas largas de crecimiento. ♦ Crisis por desacoplamiento entre el nuevo paradigma tecno-económico y el marco institucional.
8	Alexander Gerschenkron	♦ Teoría de la ventaja de los países seguidores.

Fuente: elaboración propia

Los paradigmas de autoridad de la primera práctica de consenso del ESNI se conformaron de la siguiente manera: primero, se identificaron los científicos en los cuales Freeman deposita su confianza (esta información se encuentra en la segunda columna). Segundo, se investigaron los factores que toma en cuenta Freeman para asignarles autoridad (autoridad ganada, autoridad no ganada o amiguismo. El cuadro 2.5. carece de esta información, porque no se contó con una metodología para inferir el tipo de autoridad asignada). Y tercero, se aclararon los beneficios que obtuvo la primera práctica de consenso del ESNI por adoptar esos paradigmas de autoridad (si le permitieron apuntalar su teoría, ejemplificarla, o ejemplificarla más rápidamente. Esta información se encuentra en la tercera columna).

Los paradigmas de autoridad contenidos en el cuadro 2.5. no están ordenados cronológica ni jerárquicamente; sólo se agruparon según el tipo de aporte con el cual contribuyeron al progreso científico de la primera práctica de consenso del ESNI.

Los paradigmas de autoridad presentados en el cuadro 2.5. son importantes porque aportan información sobre una de las fuentes de progreso científico del ESNI: las interacciones sociales, sobre en cuanto a las relaciones que establecen entre sí las autoridades en la materia.

4.6. La sabiduría experimental

La noción de sabiduría experimental alude a la segunda fuente de progreso científico de una comunidad científica: las interacciones asociales, en particular a la propensión que tienen sus miembros a interactuar con la naturaleza. Una comunidad científica privilegia el uso de los instrumentos y las técnicas experimentales que le entregan mejores enunciados aceptados, o sea, enunciados que le permiten responder mejor sus preguntas significativas.

El ESNI reconoce que su objeto de estudio (el SNI) es de naturaleza cualitativa porque involucra asuntos sociales, organizacionales e institucionales. Según Schumpeter (1939), el simple análisis estadístico de este tipo de fenómenos es inútil, porque logra establecer sus contornos y relaciones.

Inspirada en las ideas de Schumpeter, la primera práctica de consenso del ESNI optó por aplicar la técnica experimental denominada "historia razonada" para responder sus preguntas significativas y para obtener mejores enunciados aceptados. En otras palabras, la sabiduría experimental de la primera práctica de consenso del ESNI es la "historia razonada", técnica experimental que implica el análisis histórico crítico de los SNI apoyado por información estadística selecta.

4.7. Los ejemplares y principios metodológicos

Este elemento se refiere a las inferencias dignas de ser emuladas y a los criterios que permiten evaluarlas, o sea, a los cánones de una práctica de consenso. Una práctica de consenso llega a establecer ejemplares y principios metodológicos positivos (cánones) cuando es capaz de impulsar progreso conceptual, explicativo, erotético y en los enunciados aceptados.

Como la primera práctica de consenso del ESNI no tiene con quién compararse porque Freeman fue el pionero en el estudio de los SNI, es difícil especificar cuáles son sus cánones. Puede decirse que la primera práctica de consesnso del ESNI carece cánones, o tambien, que todos los elementos de todas sus dimensiones son al mismo tiempo sus ejemples y principios metodológicos.

5. CONCLUSIONES

Este capítulo comenzó estableciendo que desde principios de los 1980 empezó a conformarse una comunidad científica dedicada a estudiar los SNI, que a principios de los 1990 esa comunidad se amplió y diversificó dándo lugar al ESI y que actualmente el ESNI sólo es una sub-comunidad de ese enfoque más amplio. Después se perfiló la comunidad científica identificando cinco sub-comunidades comandadas por las siguientes autoridades en la materia: Freeman, Lundvall, Nelson, Edquist y Niosi. Posteriormente se argumentó en favor de asumir a la sub-comunidad científica comandada por Freeman como la primera práctica de consenso del ESNI. Y por último, se caracterizó dicha práctica de consenso describiendo cómo están formados sus siete componentes.

De este capítulo es importante destacar, por una parte, que delimita y perfila el objeto de estudio de la presente investigación: el ESNI (comunidad científica dedicada a estudiar los SNI), y por otra, que establece y caracteriza la primera práctica de consenso del ESNI, lo cual es indispensable para poder evaluar el progreso científico de esta comunidad científica con la Epistemología Naturalizada.

La delimitación de nuestro objeto de estudio no está excenta de problemas. Por una parte, investigación futura tendrá que aplicar mejores técnicas (como el análisis bibliohemerográfico y la citación) para identificar claramente los miembros que conforman el ESNI, completar al grupo de autoridades en la materia (incluyendo a otros veteranos o eliminando a los que hayan perdido credibilidad) y definir sus sub-comunidades científicas identificando a los autores que tienen más afinidades con cada una de las autoridades en la materia. La caracterización de la práctica de consenso del ESNI también es perfectible. Posteriores investigaciones deberán perfeccionar su perfil aumentando el rigor a la hora de determinar el contenido de cada una de sus dimensiones. Sin embargo, confiamos en que la presente investigación servirá de base para el futuro perfeccionamiento tanto de la estructura del ESNI como del perfil de su primera práctica de consenso.

CAPÍTULO III
LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE BENGT-ÅKE LUNDVALL Y SU APORTE AL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN

INTRODUCCIÓN

Una vez que se ha delimitado el ESNI y caracterizado su primera práctica de consenso, el siguiente paso para evaluar el progreso de esta comunidad científica es determinar cómo ha ido variando su primera práctica de consenso a raíz de la incorporación de las variedades de progreso científico que han impulsado las sub-comunidades científicas comandadas por sus autoridades en la materia. A esta tarea se dedicarán los capítulos III, IV, V y VI.

El presente capítulo se dedica en particular a exponer los aportes de Bengt-Åke Lundvall al progreso científico del ESNI. Para alcanzar este objetivo, se comienza por describir el surgimiento, los elementos básicos y la evolución de la práctica individual de la comunidad científica comandada por este autor (apartado 1). Posteriormente, se identifican y describen las variedades de progreso científico que impulsó esta sub-comunidad respecto a la primera práctica de consenso del ESNI (apartado 2). Al final se concluye acerca de los aportes de esta sub-comunidad al progreso científico del ESNI (apartado 3).

1. ORIGEN Y ELEMENTOS BÁSICOS Y NOVEDOSOS DE LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE BENGT-AKE LUNDVALL

El capítulo II propuso que Lundvall es una de las autoridades en la materia del ESNI y que él comanda una las sub-comunidades que conforman a ese enfoque. El presente apartado propone a su vez que –aunque actualmente no está en condiciones de especificar qué autores la constitiyen y de verificar que en verdad Lundvall tiene un "reconocimiento de autoridad" en dicha sub-comunidad científica– también es válido suponer que la teoría de los SNI de Lundvall es una de las prácticas individuales del ESNI. De ahí que su objetivo sea exponer el origen, los elementos básicos, la evolución y los rasgos distintivos de la teoría de los SNI de Lundvall.

Para alcanzar su objetivo, este apartado empieza identificando las fuentes teóricas que alimentan la teoría de los SNI de Lundvall (sub-apartado 1.1). Luego establece los elementos básicos de su teoría de los SNI, la cual establece esencialmente que es necesario adoptar una visión "amplia" del SNI que esté basada en el reconocimiento de que, en la fase capitalista actual, el proceso de innovación tiene como recurso principal el conocimiento, y como proceso fundamental, el aprendizaje (sub-apartado 1.2). Posteriormente se exponen las implicaciones de adoptar una visión amplia de SNI (sub-apartado 1.3), se responde al cuestionamiento de si el ESNI es una teoría o no y se hace un primer diagnóstico sobre el progreso científico del ESNI revisando las relaciones entre cada uno de sus componentes y la fortaleza de cada uno de ellos por separado (sub-apartado 1.4). Y por último, se enfatiza que la propuesta principal de Lundvall para impulsar el progreso científico del ESNI es recuperar el "espíritu" de la teoría de los SNI de Freeman profundizando en la noción de innovación (sub-apartado 1.5).

La importancia de este apartado reside en que aporta la materia prima para perfilar la práctica individual de Lundvall, de la cual se derivan los aportes de esta sub-comunidad al progreso científico del ESNI.

1.1. Origen y ontegénesis de la práctica individual de Lundvall

Desde fines de los 1970, Lundvall forma parte del *Innovation, Knowledge and Economic Dynamics Group* (IKE Group), de la Universidad de Aalborg. Este grupo de trabajo se dedica a estudiar temas tales como el desarrollo industrial, la competitividad internacional y el cambio técnico. Un objetivo del IKE Group es clarificar y ordenar ideas que permitan analizar las actividades innovadoras dentro de las empresas organizadas verticalmente, de los complejos industriales y de los *Sistemas Nacionales de Producción* (Lundvall 2005: 3-4).

La pertenencia de Lundvall al IKE Group es digna de destacarse porque ella explica por qué este autor, al aplicar la perspectiva productor-usuario al estudio de los SNI, llega a proponer que una fuente importante del proceso de innovación es

ASOCIACIÓN DE BIBLIOTECAS UNIVERSITARIAS COLOMBIANAS

el aprendizaje generado por las actividades rutinarias, en particular por la relación que establece el productor con proveedores y usuarios.

La base de la teoría de los SNI de Lundvall es la reinterpretación neo-schumpeteriana que hace de la teoría de los sistemas nacionales de producción. En este sentido cabe señalar, por una parte, que los estructuralistas estudian el crecimiento y el desarrollo con dos herramientas teóricas: el análisis *input-output* de Leontief y la teoría schumpeteriana de la innovación, y por otra, que autores como Andersen *et al.* (1981: 55) muestran que dicha corriente de pensamiento, por sobredimensionar la propuesta de Leontief sobre la de Schumpeter, termina proponiendo recomendaciones simplistas para impulsar el desarrollo, tales como la especialización en sectores intensivos en capital. Asumiendo como válida la crítica de estos autores, Lundvall elabora una "nueva visión estructuralista", cuya versión más acabada está en Lundvall (1988) y en Andersen (1992), la cual se basa en la separación los dos elementos que componen a la teoría original, en el énfasis de los vínculos verticales del sistema productivo y en la aplicación de la perspectiva del ciclo de vida al estudio de los sistemas nacionales.

La "nueva visión estructuralista" de Lundvall es importante porque de ella se derivan cuatro elementos nodales para el estudio de los SNI: que es muy importante resaltar los "vínculos hacia atrás" (los flujos de información que emiten los usuarios), que el SNI no sólo se alimenta del conocimiento producido por la "búsqueda" y por la "exploración", sino también del que generan las actividades rutinarias; que, tal como hace la teoría del ciclo de vida, es importante distinguir etapas en los sistemas industriales, y que el modelo debe incluir explícitamente el esquema de economía abierta (Lundvall *et al.* 2002: 217-218).

La importancia de estos elementos para el estudio de los SNI radica en que dan lugar a algunas ideas embrionarias que marcan la teoría de los SNI de Lundvall. La primera de ellas es que el desarrollo de nueva tecnología precisa de la interacción productor-usuario, que la calidad de la demanda es importante en este proceso y que deben enfatizarse las *características cualitativas* del mercado doméstico. Por esta vía Lundvall llega a proponer que es necesario pasar de los sistemas de producción a los sistemas de innovación.

La segunda idea es que el mercado interno, basándose en la dicotomía "productos de baja tecnología" *versus* "productos intensivos en tecnología", explica en parte un patrón de especialización entre países. Esta idea es apoyada por trabajo empírico que gira en torno a la teoría de la parte doméstica del mercado internacional realizado, entre otros, por Posner (1961), Vernon (1966), y Linder (1961).

La tercera idea es que la interacción subyace al SNI.[48] Lundvall señala a este respecto que, como las relaciones de precios son incapaces de transmitir información cualitativa entre productores y usuarios, es necesaria una perspectiva teórica enfocada en el *aprendizaje interactivo*, donde también se les permita a los agentes establecer relaciones distintas a las de los precios. Esta perspectiva, basada en el aprendizaje interactivo, derivó a su vez en el reconocimiento de que distintos contextos nacionales dan lugar a diferentes procesos de aprendizaje y a dispares *mercados organizados*, que involucran poder, confianza y lealtad (Lundvall 1985). En otras palabras, las ideas básicas que extrajo Lundvall de la teoría evolutiva de Nelson y Winter (1982), de los estudios empíricos del SPRU y del Chain-link Model de Kline y Rosenberg (1986) fueron, por una parte, que el aprendizaje interactivo de largo plazo se organiza más fácilmente en un escenario donde hay pocas restricciones lingüísticas y culturales para la transferencia del conocimiento tácito, y por otra, que un sistema multilateral de relaciones de confianza puede ser organizado más fácilmente.

Y la cuarta idea es que las instituciones (tanto formales como informales) son muy importantes para el proceso de innovación. En este sentido, siguiendo a Johnson (1992), Lundvall señala que los arreglos institucionales determinan la relación, el aprendizaje y la forma en que usan el conocimiento los agentes. En otras palabras, en presencia de mucha incertidumbre y de innovación constante, el marco institucional tendrá un gran impacto en la forma en que se comportan los agentes, y también en la dinámica y desempeño del SNI en su conjunto.

[48] Lundvall apoya esta idea, primero, en los postulados de la teoría evolutiva de las empresas y los mercados de Nelson y Winter (1982), segundo, en el hallazgo de que el éxito innovador se basa en el establecimiento de relaciones de largo plazo y en la interacción estrecha de la empresa con su entorno, el cual fue producto de los estudios empíricos del SPRU/Freeman realizados en los 1970s y 1980s (ver, por ejemplo, Curnow y Moring 1968, Achilladelis *et al.* 1971, Rothwell *et al.* 1974 y Rothwell *et al.* 1993); y tercero, en el *Chain-link Model*, alternativo a los modelos lineales de innovación, propuesto por Kline y Rosenberg (1986).

1.2. Los elementos básicos de la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación de Lundvall

La práctica individual de Lundvall se basa en estas ideas embrionarias. El libro *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning* (Lundvall 1992) es muy importante, porque su introducción contiene los elementos básicos con los cuales este autor elabora las cuatro propuestas teóricas fundamentales su práctica individual. Conviene acotar, sin embargo, que en este documento varios componentes de la teoría de los SNI de Lundvall son sólo intuiciones o elementos sin desarrollar.

El primer elemento básico de esta práctica individual es un primer perfil de la estructura del objeto de estudio, pues se define al SNI como un conjunto de elementos ubicados dentro de un país o Estado Nación que interactúan para producir, difundir y usar conocimiento nuevo y económicamente útil.

El segundo elemento es la identificación de un par de características fundamentales de los SNI: i) que son sistemas *sociales*, porque su *actividad principal* es el aprendizaje y ii) que son sistemas *dinámicos*, porque involucran procesos de retroalimentación positiva, reproducción, reforzamiento, causalidad acumulativa, y círculos viciosos y virtuosos.

El tercer elemento básico es una justificación del nivel de análisis elegido: el Estado Nación es importante para la innovación, primero, porque presupone la existencia de agentes "culturalmente homogéneos" (comparten cultura, lengua, espacio geográfico) y "socio-económicamente coherentes" (aceptan ser regidos por un gobierno); segundo, porque brinda a los agentes normas y sistemas de interpretación que disminuyen la incertidumbre; y tercero, porque, al facilitar la comunicación, permite a los agentes utilizar el conocimiento tácito.

El cuarto elemento se refiere a la utilidad del concepto de SNI: ésta reside en que, gracias a que ayuda a entender mejor el aprendizaje interactivo y el proceso de innovación, inspira políticas públicas.

El quinto elemento básico es la meta de los SNI: estos sistemas buscan aumentar la eficiencia y la efectividad del proceso de innovación.

Y el sexto elemento se refiere al "criterio de desempeño" del SNI: aunque existen varios criterios de desenpeño, por ejemplo, aumentar la modernización (Myrdal), aumentar la competitividad nacional (Porter 1990), elevar el desarrollo económico, fortalecer el crecimiento económico regional (OECD), aumentar la "sustentabilidad ecológica", y reducir la desigualdad social extrema (ONU); el SNI sigue un criterio de desempeño más modesto: servir de apoyo al crecimiento económico nacional.

Estos seis elementos básicos le permiten hacer cuatro propuestas teóricas:

1) Que la innovación no es un evento extraordinario y externo, sino una actividad inherente y fundamental del capitalismo moderno cuyas características son: a) ser un fenómeno ubicuo, porque procesos de aprendizaje, de búsqueda y de exploración tienen lugar en todo momento y en todo lugar, b) ser un fenómeno acumulativo, dependiente del pasado[49] y c) *no* ser un proceso individual, sino uno en que involucra a múltiples actores. En otras palabras, la innovación es un *proceso* acumulativo producto del aprendizaje *interactivo* de una gama de agentes individuales y colectivos, el cual está determinado por la estructura económica y el marco institucional en el que actúan.
2) Que la innovación se alimenta, no sólo del aprendizaje emanado de la búsqueda deliberada y del aprendizaje derivado de la actividad científica (como señalaba la literatura en aquel entonces), sino también del aprendizaje rutinario. Esta tercera fuente de innovación involucra tres elementos: i) las actividades rutinarias desarrolladas en la estructura productiva, es decir, el *learning by doing* que, según Arrow (1962), incrementa la eficiencia de las actividades productivas, ii) el *learning by using*, aprendizaje que, según Rosenberg (1982), incrementa la eficiencia de los sistemas complejos y iii) el *learning by interacting* que, según Lundvall, facilita el flujo de conocimiento tácito entre productores y usuarios. Si esta tercera fuente de innovación es

[49]. Según Lundvall, el carácter ubicuo y acumulativo permiten concebir a la innovación como un *proceso*.

válida, entonces es correcto suponer que el proceso de innovación esta enraizado en la estructura económica prevaleciente en un país.[50]

3) Que el marco institucional juega un papel importante en el proceso de innovación. En otras palabras, como la intensa competencia genera cambio e incertidumbre en la economía, la actividad innovadora de las empresas se dificulta porque el aprendizaje requiere de cierta estabilidad para poder generar innovaciones. Así, la importancia de las instituciones es que, al ser estructuras relativamente estables, brindan a las empresas el ambiente necesario para que lleven a cabo su actividad innovadora.

Las tres primeras premisas teóricas fundamentan la siguiente:

4) Que, aunque teóricamente el SNI puede definirse en sentido "estrecho"[51] y en sentido "amplio",[52] para especificar los componentes de un SNI particular (agentes, subsistemas e instituciones que conforman) es necesario un análisis histórico. En otras palabras, esta teoría de los SNI propone que: i) no existe un SNI "puro" y, por tanto, que los análisis comparativos no tienen ningún sentido, ii) el análisis de los SNI debe girar en torno a la revisión de sus componentes y de las relaciones entre algunos de esos componentes (por ejemplo, la relación productor-usuario y la relación empresa-universidad), pero también debe procurar evaluar la dinámica del sistema en su conjunto y iii) para avanzar en el estudio de los SNI es necesario adoptar una definición "amplia" de SNI.

---

[50]. Las tres fuentes de la innovación identificadas por Lundvall pueden ser presentadas también como "actividades creadoras": Primero, el aprendizaje relacionado con actividades rutinarias desemboca en una "búsqueda desesperada". Este tipo de actividad creadora es una "búsqueda" local, que extiende su radio de acción sólo cuando no encuentra soluciones satisfactorias. Segundo, el aprendizaje conscientemente dirigido a la generación de innovaciones se denomina "búsqueda", y se caracteriza porque es desarrollado por las empresas, en sus laboratorios de I&D, y porque tiene como fin último la obtención de ganancias. Por último, el aprendizaje dirigido al avance de la ciencia recibe el nombre de "exploración", y se distingue de la búsqueda en que, aunque puede generar innovaciones, su fin último no es la obtención de ganancias.

[51]. En su vertiente "estrecha", el SNI sólo incorpora a los organismos e instituciones involucradas en la "búsqueda" y la "exploración".

[52]. La definición "amplia" del SNI incluye a todos los actores de la estructura económica y del marco institucional dedicados tanto a la búsqueda y la exploración como al aprendizaje basado en la rutina (*learning by interacting*, *learning by doing* y *learning by using*).

1.3. Implicaciones de adoptar una definición "ámplia" de los Sistemas Nacionales de Innovación

La siguiente cita muestra la importancia que desde un principio le asignó la práctica individual de Lundvall al conocimiento y al aprendizaje en el proceso de innovación: "(...) se supone que el recurso más fundamental en la economía moderna es el conocimiento y, por tanto, que el proceso más importante es el aprendizaje" (Lundvall 1992: 1). Sin embargo, recientemente esta práctica individual ha reconocido que para impulsar el progreso científico del ESNI no basta con este reconocimiento, sino que se necesita elaborar un concepto de SNI que profundice en el análisis de la innovación, el aprendizaje y el conocimiento.

Para avanzar en ese sentido, la práctica individual de Lundvall ha tratado de establecer cómo se vinculan estos tres elementos. El primer intento en ese sentido se encuentra en Lundvall (1998), donde se establecen dos ideas: i) que el desempeño de los SNI depende, más que del *stock* de conocimiento, del proceso de aprendizaje, y que éste a su vez es perfilado por el "ambiente", es decir, por la "economía del aprendizaje"; y ii) que cada sector económico en el que se especializa un país usa distintas combinaciones de tecnologías, que el uso/dominio de cada tecnología implica adquirir varios tipos de conocimiento, que cada combinación particular de aprendizaje se denomina "estilo de innovación" y que, por tanto, el SNI está formado por una serie de "estilos de innovación".

Así, en trabajos más recientes (ver Lundvall 2002; Lundvall *et al.* 2002; Lundvall 2003; y Lundvall *et al.* 2003) esta práctica individual ha impulsado el progreso científico del ESNI profundizando en la relación que se establece entre conocimiento, aprendizaje, e innovación al interior de la empresa; explorando las implicaciones de la "estructura de aprendizaje" y del "marco más amplio" en dicho proceso; y aplicando sus ideas al estudio del proceso de innovación en varios países.

1.4. Ubicación y primera valoración teórica del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación por parte de Lundvall

A fines de los 1990 se empezó a cuestionar la fortaleza teórica del ESNI en su conjunto. La principal crítica fue que, a pesar de su gran difusión entre los *policy*

makers, el ESNI había sido incapaz de avanzar en la formalización de sus esquemas explicativos.

Lundvall respondió a estas críticas en dos niveles: primero, fijando su posición acerca de cómo debe entenderse la teoría en las ciencias sociales, y segundo, demostrando que las críticas a su teoría de los SNI eran infundadas y estaban mal encaminadas porque él si había avanzado en la explicación de cómo se relacionan conocimiento-aprendizaje e innovación y porque las críticas no se dirigían a impulsar el desarrollo de la primera práctica de consenso del ESNI, sino a sustituirla por una teoría "estrecha" de los SNI.

Este sub-apartado contiene la respuesta que da Lundvall a estas críticas que recibió el ESNI, sobre todo a las del primer nivel. En otras palabras, este sub-apartado se centra en exponer la noción de teoría subyacente a la práctica individual de Lundvall (sub-apartado 1.4.1) y la fortaleza del concepto de SNI y de los términos que lo componen (sub-apartado 1.4.2), dejando para el sub-apartado 1.5. las propuestas específicas de esta práctica individual para impulsar el progreso científico del ESNI.

1.4.1. Teoría subyacente a la práctica individual de Lundvall

El punto de partida de la práctica individual de Lundvall es que el ESNI no se ha encaminado hacia la construcción de una teoría general porque en las ciencias sociales la teoría carece de aspectos nomológicos y deductivos. Para explicar esta idea, utilizando nociones de psicología de la ciencia, se ubicar al ESNI como un "enfoque crítico de ingeniería social con ambiciones teóricas".

Siguiendo a Mjøset (2003), se señala que hay una definición general de teoría y que en las ciencias sociales se puede obtener una tipología de seis nociones particulares, dependiendo de la actitud que se tome respecto a esa definición general. La definición general de teoría propuesta por Mjøset establece que: "Una teoría está formada por conocimiento acumulado que la mente humana organiza con propósitos de explicación" (Mjøset 2003: 4). En las ciencias sociales se han adoptado tres actitudes respecto a esta definición general:

1) *La actitud optimista* que, buscando reproducir los ideales de las ciencias naturales, trata de hacer teoría al nivel más alto posible, coloca a la investigación empírica en el nivel más básico y espera que las fronteras de la investigación converjan en un conjunto interconectado de teorías con mucho poder explicativo.
2) *La actitud escéptica* que, inspirada en la filosofía y las humanidades, cree que no existe tal convergencia de teorías, por lo cual trata de especificar una teoría trascendental básica que fundamente todas las ciencias sociales.
3) *La actitud pragmática* que, vinculada a la experiencia, sostiene que la teoría debe ser algo distinto a lo que se produce en las ciencias naturales, en la filosofía y en las humanidades, o sea, debe ser útil y, por tanto, disolver el problema de la verdad.

El cuadro 3.1. ilustra cómo cada una de estas actitudes produce dos nociones de teoría, las cuales configuran la tipología de teoría que predomina en las ciencias sociales, formada por seis nociones. Según Mjøset, las nociones de teoría derivadas de la posición escéptica (trascendental y de-construccionista) han influido poco en el ESNI. Por eso en el estudio de los SNI la tipología de teoría se restringe a las nociones de teoría derivadas de las actitudes optimista y pragmática.

Cuadro 3.1. *Las seis nociones de teoría de las ciencias sociales*

Filosofía de la ciencia práctica	**Optimista**		**Pragmática**		**Escéptica**	
Énfasis en la definición de teoría	*"Conocimiento acumulado"*		*"... Con propósitos de explicación"*		*"... organizado por la mente humana"*	
Enraizado en los ideales de	Las ciencias naturales (aspectos nomológicos)		. Ciencias sociales/humanidades/filosofía			
Noción de	**Orientada a leyes (aspecto nomológico)**	**Idealización (aspecto deductivo)**	***Grounded Theory***	**Teoría Crítica**	**Trascendental**	**De-construccionismo**
Ejemplos	Merton: teorías de rango medio Elster: mecanismos	Economía convencional, teoría de juegos	Sociología de la escuela de Chicago; Blumer, Glaser & Strauss	Tradición de la escuela de Frankfurt, standpoint theories	Filósofos sociales: Giddens, Habermas, Luhmann	Post-modernistas Post-estructuralistas

Fuente: *Mjøset (2003: 6)*

La *actitud optimista*, predominante en las ciencias naturales en los Siglos XVII y XVIII, establece que el objetivo de la teoría es redescubrir los mecanismos del mundo que Dios ha creado. En esta visión, el actor principal es el ingeniero, quien, aplicando el conocimiento acumulado, resuelve los problemas técnicos complejos. La *actitud optimista contemporánea en las ciencias sociales* es una versión modificada de este punto de vista, porque divide el ideal nomológico-deductivo en dos nociones de teoría: La *primera noción (teoría nomológica)* busca descubrir las contadas regularidades o "leyes" que existen en un contexto determinado. La *segunda noción (teoría deductiva)* trata de descontextualizar dichas leyes estableciendo "mundos modelo" dentro de los cuales el investigador puede hacer todo tipo de deducciones. Aquí el actor principal es el investigador o "ingeniero social", quien, con base en estos dos tipos de teoría, trata de "explicar" los mecanismos subyacentes a los fenómenos sociales.

La *actitud pragmática*, por su parte, enfatiza que en las ciencias sociales todos los conceptos son de naturaleza referencial, o sea, que no son fenómenos naturales sino cosas que interactúan y que no pueden tratarse de manera aislada. A diferencia de la actitud optimista (que afirma que las explicaciones provienen de la teoría) y de la actitud escéptica (según la cual la teoría consiste de "condiciones trascendentales" de explicación), la actitud pragmática sostiene que la teoría se crea a través de la explicación, es decir, es un proceso de abajo hacia arriba. Desde esta perspectiva, la teoría no se relaciona con la predicción, sino con la reconstrucción y explicación de procesos que ya ocurrieron. Una de sus nociones de teoría, denominada *grounded theory*, se enfoca en la conducta práctica de la investigación social cualitativa. De ahí que sus puntos de partida sean, por una parte, los *hechos estilizados*, y por otra, el supuesto de que hay procesos de ida y vuelta en el esquema, los cuales se basan en *grounded theory* anterior y en las imágenes que se van generando conforme se analizan los datos. Dado que las imágenes llevan a nuevos esquemas, así se llegan a establecer nuevas *grounded theories*. En sus versiones más recientes, la *grounded theory* se convierte en *teoría crítica* porque incluye una detracción interna detallada de los métodos

convencionales que usan las ciencias sociales, los cuales se basan en el uso de variables.

Según Lundvall, tanto la práctica de consenso del ESNI como su práctica individual se basan en el concepto "amplio" de SNI y adoptan ante la teoría una *actitud pragmática*. Dos elementos apoyan esta afirmación: primero, ambas prácticas incluyen ingredientes presentes en la *grounded theory* (la presente investigación ha mostrado, por ejemplo, que una fuente de la práctica individual de Lundvall y de la primera práctica de consenso del ESNI son los hechos estilizados acerca de la innovación que arrojó el *Sapho Project*, estudio empírico amplio sobre la innovación en Europa desarrollado por el SPRU en los 1970 y los 1980. Ver, por ejemplo, Achilladelis *et al.* 1971, Rothwell *et al.* 1974 y Rothwell *et al.* 1993); y segundo, ambas prácticas han sido *teorías críticas* porque, ante la incapacidad de la economía convencional para estudiar la innovación, han adoptado enfoques alternativos para analizar los SNI.

En suma, el argumento es que, según la tipología de Mjøset, la práctica individual de Lundvall sí puede considerarse como una teoría, pero en la actualidad ésta no puede considerarse una teoría general, en el sentido de que pueda dictar leyes generales o alcanzar grados de formalización similares a los que predominan en las ciencias naturales.

1.4.2. Fortaleza del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación y vías para impulsar su progreso científico

Una vez que ha establecido los alcances teóricos del ESNI, la práctica individual de Lundvall está en condiciones de proponer que el punto de partida para impulsar el progreso científico es revisar la forma en que se relacionan los tres términos que conforman el concepto de SNI, así como el alcance de cada uno de ellos por separado.

En cuanto a la relación entre los tres términos, se establece que el concepto de SNI conforma una "combinación extraña con fuerte poder retórico", porque combina nociones aparentemente contradictorias. Por ejemplo, los términos "sistema" e "innovación" parecen estar en tensión porque el primero frecuentemente se asocia con una "estructura estable", mientras que el segundo,

en la tradición schumpeteriana, evoca discontinuidad, cambio, destrucción creadora (ver Lundvall 2005: 7-8). Esta aparente contradicción es similar a la que se asocia con la "teoría de la estructuración"[53] –la cual establece que los agentes perfilan la estructura social al mismo tiempo que dicha estructura modifica la acción de los agentes (ver Giddens 1979, 1984)– y con los modelos Schumpeter Mark I (donde la innovación se atribuye al empresario innovador) *versus* Schumpeter Mark II (donde la innovación se asocia con la actividad de las grandes empresas). Además, se señala que el término "nacional" resulta polémico porque la pretensión de establecer límites geográficos al proceso de innovación parece ir a contracorriente del creciente proceso de globalización.

Más allá de lo polémica y contradictoria que pueda resultar la combinación de los términos que conforman el concepto de SNI, cabe indagar la fortaleza individual de cada noción por separado, porque de la respuesta a esta pregunta se desprenden las propuestas que cada autoridad en la materia plantea para impulsar el progreso científico del ESNI.

La inclusión del término "nacional" fue el primer flanco que tuvo que defender el ESNI desde mediados de los 1990s. La discusión fue prolífica porque en ese tiempo la globalización parecía ser un fenómeno imparable. El argumento más obvio en contra del énfasis en el nivel nacional era que los productos, procesos y factores clave están "localizados", tanto regional como internacionalmente. Efectivamente es correcto que los nuevos esfuerzos por desarrollar la ciencia y las tecnologías genéricas generalmente involucran colaboración internacional. Por eso la definición "estrecha" de SNI, enfocada en la innovación basada en la ciencia, propone, por una parte, que la coherencia del sistema llega a ser seriamente debilitada con la globalización, y por otra, que es difícil de explicar por qué difiere el desempeño dinámico de país en país. No obstante, si se usa la definición "amplia" de SNI, puede constatarse que los

[53]. En sociología, la teoría de la estructuración de Anthony Giddens afirma que hay un proceso dinámico que involucra al agente y a la estructura social (conjunto de reglas y recursos organizado de forma recursiva fuera del espacio-tiempo) en una relación de interdependencia en términos de espacio-tiempo. En otras palabras, la estructura social ejerce un efecto doble sobre el agente: por una parte, sus reglas constriñen y limitan la acción, y por otra, sus recursos permiten y refuerzan su conducta. Así es como el agente llega a ser capaz de actuar y producir cambios en el ambiente, a la vez que es moldeado por el entorno.

trabajadores son los que menos se mueven a través de las fronteras, y también que los sistemas educativos y los mercados de trabajo donde ellos adquieren sus habilidades y donde se embarcan en procesos de cambio tienden a seguir siendo nacionales.

Producto de esa discusión, en los 1990s el ESNI se amplió para dar lugar al ESI. En otras palabras, en los 1990s aparecieron varios nuevos conceptos que enfatizan las características sistémicas de la innovación, pero enfocándose en otros niveles de la economía, en vez del nivel de estado-nación –sistemas sectoriales, regionales y tecnológicos. Aunque estos conceptos no son comparables con el de SNI, es pertinente acotar que ellos contribuyen en sí mismos de manera importante al entendimiento general de la innovación porque la comparación de los sistemas sectoriales, regionales y tecnológicos a lo largo de las naciones frecuentemente es una forma operacional de entender mejor la dinámica de los SNI.

La posición de Lundvall en esta polémica es que sigue siendo importante estudiar los SNI y sus argumentos parecen ser fuertes:

1. La dimensión nacional sigue siendo importante para el proceso de innovación porque es a ese nivel donde se dictan las políticas de innovación;
2. El marco institucional, que es el que perfila los procesos de innovación y de aprendizaje, no puede reducirse sólo al plano micro;
3. Dado que la intención inicial era confrontar a las estrategias de política económica nacionales y a la economía convencional –enfocadas en el nivel nacional– no es posible borrar el término "nacional" del concepto SNI; y
4. Puesto que la "globalización" ha llegado a ser un tema principal en el discurso social, se torna incluso más importante ser explícito acerca de la dimensión nacional. En otras palabras, para entender y enfrentar los problemas relacionados con la globalización y con la integración económica regional, es necesario entender el papel histórico de los sistemas nacionales (Lundvall 2005).

En cuanto al término "sistema", Lundvall (2005) reconoce que en el ESNI se ha tendido a utilizar una versión "muy mecanicista de sistema", la cual sugiere que los sistemas pueden construirse, gobernarse y manipularse. Por tanto, él aboga porque en el ESNI se llegue a usar una visión que conciba al sistema como algo complejo, co-evolutivo y auto-organizado.

Sin embargo, más allá de las mejoras que puedan implementarse a las nociones de "nacional" y "sistema", la práctica individual de Lundvall sugiere que, para impulsar el progreso científico del ESNI, lo más importante es profundizar en el análisis de la "innovación". Para avanzar en ese sentido, esta práctica individual propone relacionar dicho término con las nociones de aprendizaje y conocimiento, ya que los vínculos que se establecen entre estos tres términos ayudan a explicar cómo surgen y evolucionan los SNI. En el siguiente apartado se despliega en sus partes esta propuesta.

1.5. Propuestas puntuales de la práctica individual de Lundvall para impulsar el progreso científico del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación

El punto de partida de la práctica individual de Lundvall para impulsar el progreso científico del ESNI es que el significado del concepto SNI se ha venido "distorsionado" a raíz de su amplia difusión en los 1990s. Esta distorsión se refleja, por ejemplo, en el eco que ha tenido la idea de la "Paradoja Europea". ¿A qué se refiere esta paradoja? En una investigación reciente, después de comparar el desempeño de seis países, la OECD establece que:

> "Un rasgo sobresaliente es una aparente desvinculación entre los indicadores A-E [A = innovación en el sistema de empresas, B = generación de conocimiento a través del sistema de investigación y educación, C = vínculos entre ciencia e industria, D = capacidad de absorción y E = otros indicadores sistémicos] y los indicadores de desempeño general dados por F. Esto sugiere que las prioridades y tendencias en el sistema de ciencia, tecnología e innovación están débilmente vinculados con las políticas y con el desempeño económico general." (OECD 2005: 29).

Al sugerir que Europa es fuerte en producción científica, pero débil en cuanto a innovación y crecimiento económico, la OECD niega una fuente de innovación porque pone en duda la existencia de una relación positiva entre el aprendizaje científico y el desempeño económico e innovador.

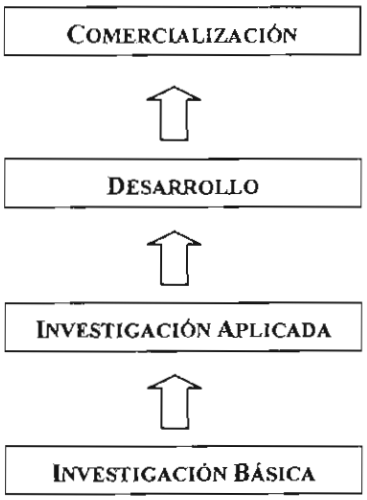
Para especificar el concepto de innovación de esta práctica individual es útil deja en claro lo que para ella *no es* innovación. En este sentido, desde el punto de vista de esta práctica individual, la innovación *no es* una invención porque tiene valor económico, porque está dirigida al mercado y porque es producida por organismos con fines de lucro. La innovación *no es* producto de un agente individual, por más que el modelo Schumpeter Mark I establezca que es el empresario innovador quien genera las innovaciones, sino un proceso social, porque es engendrada por un meta-agente: la empresa. La innovación *no es* solamente un nuevo producto y/o proceso, porque las combinaciones novedosas de conocimiento también pueden dar lugar a nuevas formas organizacionales, nuevas materias primas, y nuevas instituciones. Por último, las innovaciones *no son* solamente productos y procesos nuevos a nivel universal (innovaciones radicales), porque pequeñas mejoras y adaptaciones introducidas a las innovaciones "radicales" pueden dar lugar a otras innovaciones, y porque (como estableció Schmookler) frecuentemente dos aparentes innovaciones radicales pueden ser alcanzadas al mismo tiempo en lugares distintos (Lundvall 2002: 30).

Es importante señalar también que esta práctica individual rescata la definición general de innovación de Schumpeter pero introduciendole el elemento del conocimiento. ¿Qué tienen en común todas las innovaciones? Que son el resultado de una "combinación novedosa" *de conocimiento*. Por tanto, a nivel general se puede decir que para esta práctica individual la innovación es *una combinación novedosa de conocimientos, llevada a cabo por una empresa, que se materializa en un producto y/o en un proceso productivo con valor económico que es validado por el mercado.*

En tercer lugar, debe destacarse que para esta práctica individual la innovación no es un evento espontáneo, sino que constituye un *proceso* que consta de varias fases, y que, además, *no es lineal.* Para aclarar este punto, es válido caracterizar al *proceso de innovación* comparándolo con el modelo lineal de innovación tecnológica. En la segunda mitad del Siglo XX se utilizó la estructura compuesta por las fases de Investigación Básica, Investigación Aplicada, y Desarrollo –típicamente conocida como Modelo de I&D– para explicar la relación

que se establece entre conocimiento y desempeño económico. Según este modelo, el conocimiento es descubierto en las universidades y es transmitido, por una parte, a las empresas mediante publicaciones, patentes y otras formas de correspondencia científica, y por otra, a los consumidores finales en la forma de nuevos productos o servicios. En este sentido, para el Modelo de I&D la innovación tiene lugar en fases distintas y secuenciales, donde la investigación es la fase inicial y la fuente de todas las innovaciones. En otras palabras, este modelo sugiere que la secuencia investigación-desarrollo-producción es la trayectoria normal que sigue todo proceso de innovación tanto en las empresas como en las economías, y que la retroalimentación no juega ningún papel (ver figura 3.1.). El hecho de que denote eventos seriales en el tiempo explica por qué el Modelo de I&D se ha denominado "modelo lineal de innovación tecnológica".[54]

Figura 3.1. *Modelo de I&D o Modelo Lineal de Innovación Tecnológica*



Fuente: Mahdjoubi (1997: 2)

[54]. El modelo de I&D ha recibido otros nombres ("Assembly-line model", "Pileline Model", "Ladder Model", y "Bucket Model") y se ha utilizado también como un marco para categorizar el proceso de creación de conocimiento de acuerdo con sus objetivos de aplicación, como una teoría de la producción de conocimiento, y como una teoría epistemológica. Según Mahdjoubi, la paternidad del Modelo de I&D debe atribuírsele a Isaiah Brown quien en 1945 se lo presentó como parte del "Report of the Comité on Science and the Public Welfare" a Vannevar Bush, en aquel entonces Director de la Office of Science Research and Development. Este autor muestra también cómo dicho modelo fue evolucionando a lo largo del tiempo, y cómo fue adoptado por distintas entidades, como la National Science Foundation, The US Departmen of Defense, el Manual Frascati y los gobiernos de Canadá y Gran Bretaña (ver Mahdjoubi 1997: 4-13).

El modelo lineal de innovación tecnológica tuvo una amplia aplicación a nivel mundial durante 40 años. Sin embargo, en los 1970 y en los 1980, una vasta investigación teórica y empírica arrojó una serie de *hechos estilizados* que mostraban las deficiencias de este modelo. Dichas deficiencias finalmente desembocaron en su rechazo y en la búsqueda de nuevos modelos para estudiar el proceso de innovación. En este sentido, para avanzar en la definición de innovación, la práctica individual de Lundvall señala que el proceso de innovación tiene tres características que lo distinguen del el Modelo de I&D. Estas características son:

1. Generalmente la innovación no es un evento particular, derivado del genio de una persona, sino que es resultado de un proceso social (Lundvall 1988).
2. El carácter social de la innovación la lleva a ser también un proceso interactivo, a involucrar la interrelación, es decir, el establecimiento de relaciones de competencia, cooperación y comunicación entre muchos individuos, organizaciones e instituciones por un largo de un largo período de tiempo (Lundvall 1988).
3. La innovación no es lineal, porque es muy difícil establecer dónde termina una fase y dónde empieza la otra, y porque generalmente las últimas etapas del proceso están vinculadas con las primeras. Al contrario, la innovación es un proceso acumulativo continuo más amplio que involucra no sólo las fases del Modelo de I&D (dirigidas a la generación de nuevos productos y procesos), sino también la difusión, la absorción y el uso de las innovaciones (Lundvall 2003, Lundvall *et al.* 2003).

En cuarto lugar, se señala que es importante y útil distinguir entre cambio técnico y cambio organizacional, por un lado, porque la organización de las empresas y la economía influyen en la forma en que se lleva a cabo el proceso de innovación, y por otro, porque dicha distinción ayuda a clarificar el vínculo que se establece entre innovación y desempeño económico. Para avanzar en este sentido, se retoma la propuesta de la nueva teoría del crecimiento (Romer 1990) de separar el *hardware* (conocimiento incorporado en los artefactos tecnológicos), el *software*

(conocimiento no incorporado en los artefactos) y el *wetware* (*know how* incorporado en los seres humanos), pero se señala que habría que agregarle a su modelo los términos "orgware" (conocimiento derivado de cómo la gente se relaciona entre ella dentro de una organización) y "socware" (conocimiento derivado de cómo la gente se relaciona a través de las fronteras organizacionales).

Así es como esta práctica individual llega a definir a la innovación en primera instancia como "las discontinuidades en las características técnicas del *hardware* y del *software*." (Lundvall 2005: 8). Ahora bien, aunque el impacto de la innovación en el desempeño económico por lo regular dependerá de cambios del "wetware", "orgware" y "socware", para evitar confusión, la práctica individual de Lundvall decide no usar el término innovación para referirse a los cambios en dichas dimensiones.

En suma, esta práctica individual define a la innovación como un proceso que abarca la discontinuidad en las características técnicas de un producto o proceso existente, la discontinuidad en la utilización de un nuevo producto o proceso y la introducción, difusión y adaptación de la nueva innovación (Lundvall 2005: 9).

Esta definición de innovación tiene implicaciones para el concepto de SNI, por una parte, porque mueve los límites del sistema más allá de los componentes que reconocía el modelo lineal de innovación tecnológica y su versión moderna (el concepto "estrecho" de SNI): las universidades, las empresas, el gobierno, y las relaciones que establecen entre ellos; y por otra, porque, al ampliar los límites del sistema, aparece otra fuente de innovación: el aprendizaje rutinario, que se revela como otro factor importante en el proceso de innovación, además del aprendizaje científico y del aprendizaje basado en la búsqueda.

1.5.2. Límites y Estructura de los Sistemas Nacionales de Innovación

En la presente investigación se ha señalado que en el ESNI compiten dos métodos para delimitar a los SNI. Ambos métodos comparten la idea de que la delimitación del SNI puede hacerse con base en los criterios "geográfico" y

"sectorial". Sin embargo, esos métodos pueden variar, dependiendo si se complementan con una delimitación basada en los "componentes" del sistema, o con una basada en sus "actividades".

Apoyándose en los criterios "geográfico" y "según sus componentes", la práctica individual de Lundvall define al SNI como una estructura compuesta por un "núcleo central" y por el "ambiente" o marco más amplio que lo rodea. (Lundvall 2002: 44)

Según este punto de vista, el *núcleo central* está formado por las empresas, por la "infraestructura de conocimiento", y por las relaciones que establecen las empresas entre ellas y con la infraestructura de conocimiento (Lundvall 1985: 55 y Lundvall 2002: 44).

En el esquema propuesto por la práctica individual de Lundvall, las empresas son los "agentes innovadores" y, por tanto, son consideradas el elemento fundamental de los SNI. Sin embargo, esta práctica individual divide a la población de empresas en tres categorías: pioneras, seguidoras, y recién llegadas. Las *empresas pioneras* aprenden mediante procesos de búsqueda, generan innovaciones radicales (de producto y de proceso) e impulsan el desarrollo económico generando diversidad (nuevas oportunidades tecnológicas). Las *empresas seguidoras* se dividen en "empresas competidoras" y en usuarias especializadas. Las primeras aprenden mediante la imitación de las innovaciones radicales, y su contribución al proceso de innovación consiste, por un lado, en que resuelven problemas de los nuevos productos y procesos, y por otro, en que pueden identificar potenciales nuevas aplicaciones. Los usuarios especializados aprenden mediante la aplicación de las innovaciones radicales, y su contribución al proceso de innovación consiste en introducir cambios a la nueva tecnología y/o retroalimentar con información a las empresas pioneras. Las funciones de las empresas seguidoras son importantes para el SNI en su conjunto. Las *empresas recién llegadas* (o "seguidoras lejanas"), no contribuyen directamente al proceso de innovación, pero su capacidad para absorber y usar nueva tecnología sí incide en el desempeño de la economía en general, porque ésta no depende únicamente

de la interacción entre los tres tipos de empresas, sino también de la distribución de las empresas en las tres categorías (Lundvall 2005: 36).

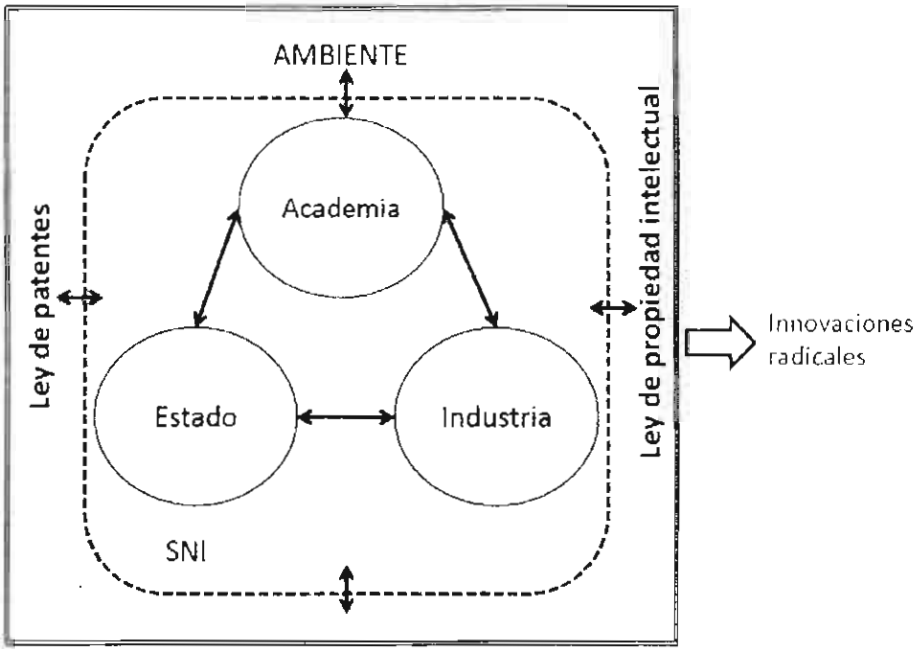
La infraestructura de conocimiento, por su parte, está compuesta por KIBS o *Knowledge Intensive Business Services* (empresas especializadas en producir, manejar y vender conocimiento) y por organismos públicos y semi-públicos tales como Universidades, escuelas, institutos de capacitación, laboratorios, institutos de estandarización, y servicios tecnológicos. Los SNI requieren de una infraestructura de conocimiento diversificada para evitar ser tan vulnerables dándole a un solo miembro demasiadas responsabilidades (Lundvall 2005: 37).

Por último, las interacciones entre la población de empresas y la infraestructura de conocimiento son de distintos tipos (de mercado, de mercado organizado, proyectos de colaboración, servicios gratuitos de información) y con grados diversos de compromiso (Lundvall 1985: 37).

El *marco contextual*, por su parte, incluye a todas las demás organizaciones que apoyan al proceso de innovación (por ejemplo, el subsistema educativo, el subsistema de capacitación, el mercado financiero y el mercado de trabajo) así como a las relaciones e interacciones que se establecen entre esos organismos y el núcleo central del SNI.

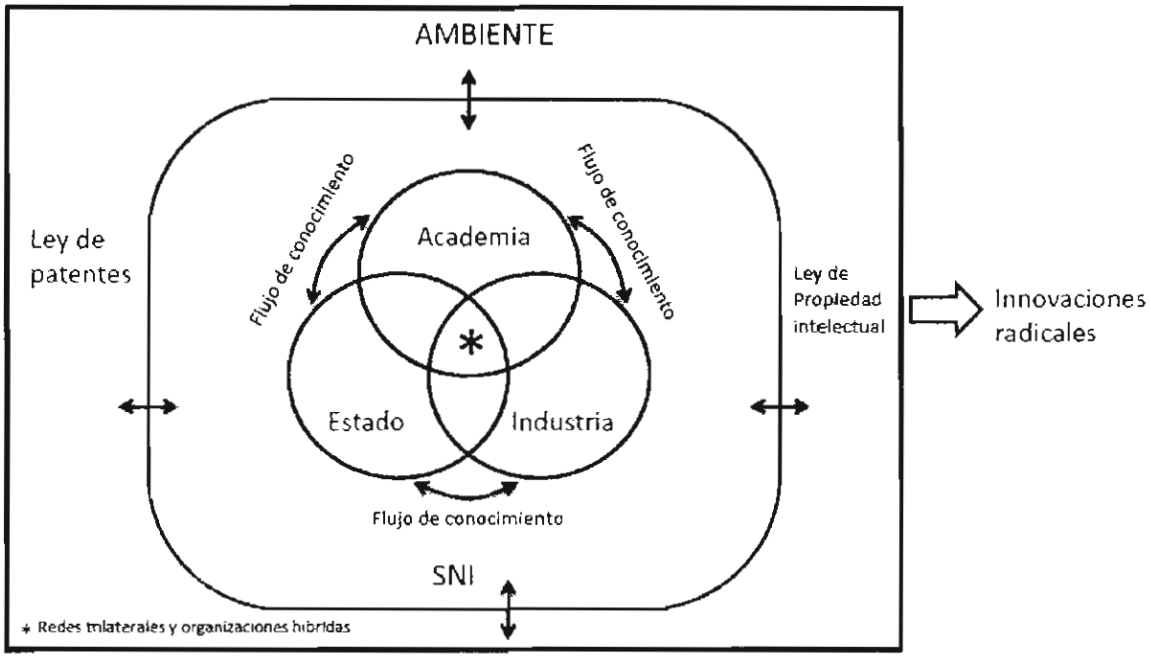
En suma, la descripción anterior da cuenta de una estructura del SNI mucho más amplia y compleja que la del concepto "estrecho" del SNI, sea en su vertiente original (TEP-Project) o en sus versiones más avanzadas, como la del Modelo de la Triple Hélice (ver Etzkowitz y Leydesdorff 2000) y la de Mowery y Oxley (1995). Las figuras 3.2., 3.3., 3.4. y 3.5. ilustran las estructuras de los conceptos SNI "estrecho" y "amplio" del SNI.

Figura 3.2. *Mapa del Sistema Nacional de Innovación "estrecho" con base en el Modelo Triple Hélice II*



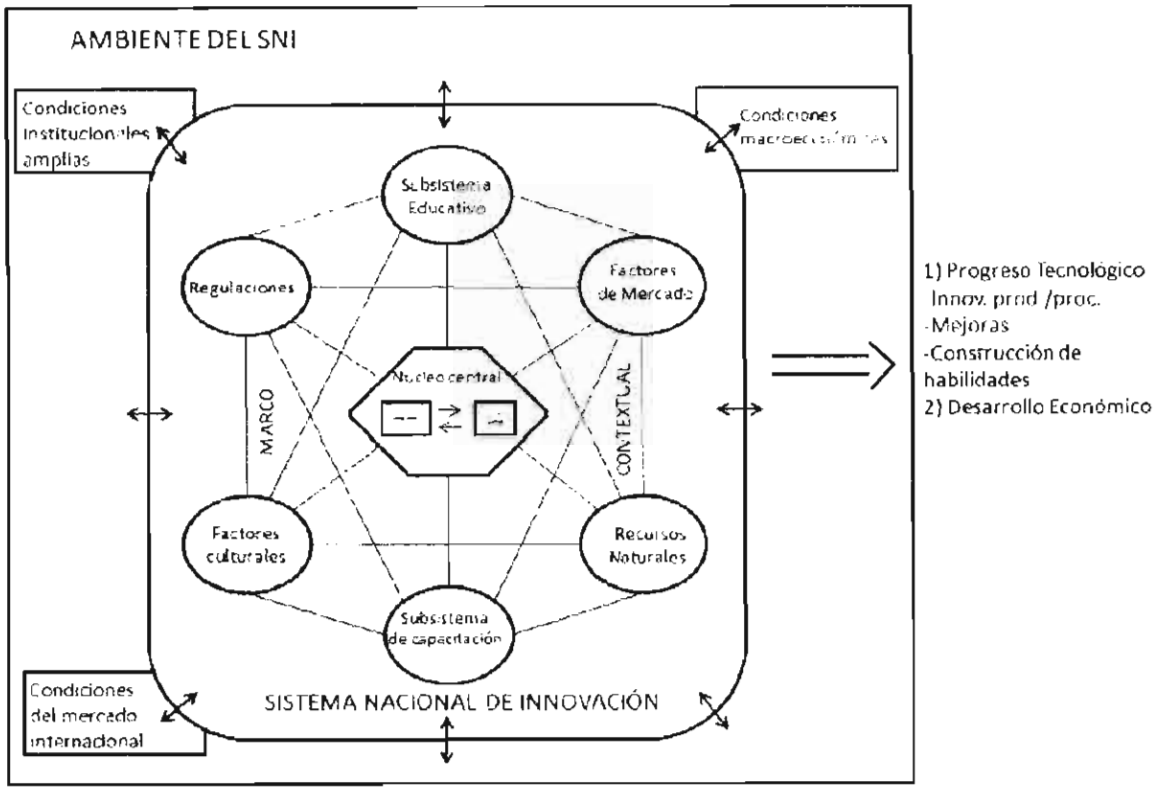
Fuente: Elaboracion propia

FIGURA 3.3. *Mapa del Sistema Nacional de Innovación "estrecho" con base en el Modelo Triple Hélice III*



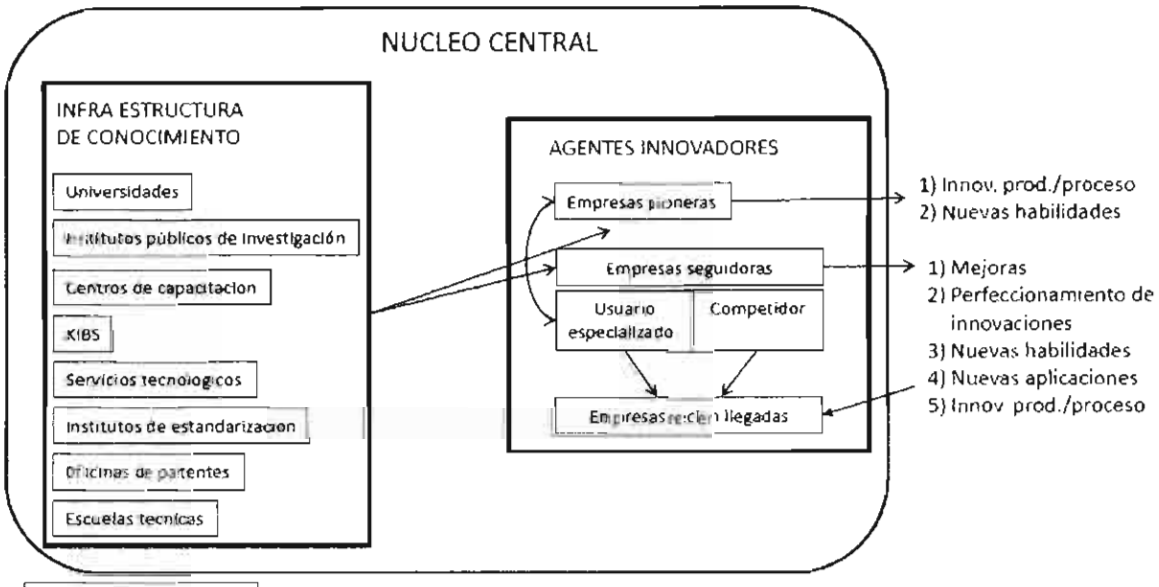
Fuente: Elaboración propia

FIGURA 3.4. *Mapa del Sistema Nacional de Innovación de Lundvall*



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 3.5. *Núclea central del Sistema Nacional de Innovación de Lundvall*



Fuente: Elaboración propia

El modelo de SNI "estrecho" es una adaptación del Triple Helix Model III de Etzkowitz y Leydesdorff y de las sugerencias de Mowery y Oxley, según las cuales el entorno del SNI sólo está formado por las regulaciones del gobierno relativas a los derechos de propiedad y a las patentes. Desde este punto de vista, el núcleo central del SNI está formado por la academia, el Estado, la industria y las redes trilaterales y organizacionales híbridas, y los principales flujos de conocimiento para generar innovaciones se dan entre estos tres agentes. Además, la visión "estrecha" de SNI, basada en este tipo de modelos, sólo reconoce como innovaciones a las innovaciones radicales y, por tanto, sólo identifica dos fuentes de innovación: la ciencia y la I&D, a diferencia de la práctica individual de Lundvall, que también incorpora como fuente de innovación el aprendizaje generado por las actividades rutinarias.

Por otra parte, las ilustraciones 3.2.–3.5. sirven como plataforma para explicar las propuestas de la práctica individual de Lundvall acerca de cómo desarrollar el concepto de SNI: i) introducir otra fuente de innovación (aprendizaje rutinario) y ii) conectar al SNI con el desarrollo económico, y no sólo con la generación, difusión y uso de innovaciones.

1.5.3. Fuentes de innovación de los Sistemas Nacionales de Innovación

A principios de los 2000, la práctica individual de Lundvall señaló que es importante usar un concepto amplio de SNI porque sólo así se puede poner de relieve la importancia que tienen los distintos tipos de conocimiento, las formas en que se complementan y el papel que juega el aprendizaje en la generación de innovaciones (Lundvall *et al.* 2002: 225-226). Para demostrar esto, esta práctica individual comparó los fundamentos teóricos de su propio concepto de SNI con los que subyacen al concepto estrecho de SNI, es decir, con la economía convencional. El cuadro 3.2 ilustra los resultados de esta comparación.

Cuadro 3.2. *Cuatro perspectivas diferentes en el análisis económico*

	Asignación	**Innovación**
Toma de decisiones	Economía convencional	Gestión de la innovación
Aprendizaje	Economía austriaca	Sistema Nacional de Innovación

Fuente: Lundvall (2005: 24)

De este cuadro se desprende, por una parte, que la base teórica de la economía convencional es la existencia de "agentes racionales" capaces de tomar decisiones respecto a problemas bien definidos con base en conjuntos de habilidades e información dados; y por otra, que para los neoclásicos lo importante es especificar cuál es el marco institucional que asegura la asignación óptima de recursos escasos (Lundvall 2007: 15).

Dentro de este marco teórico se puede analizar la innovación si, por ejemplo, se supone que la gestión de la innovación busca apoyar la asignación para distintos proyectos de I&D de acuerdo con la tasa de ganancia privada tomando en cuenta el riesgo de que no triunfen los proyectos.

Del cuadro 3.2. también se desprende que los micro-fundamentos teóricos de la economía austriaca son similares a los de la economía neoclásica, salvo porque la economía austriaca representa al mercado como un proceso de aprendizaje dinámico donde la asignación de mercancías escasas se acerca al ideal del equilibrio general, pero no llega a alcanzar nunca ese estado.[55]

Finalmente, el cuadro 3.2. ilustra que los fundamentos teóricos del concepto SNI son, primero, que aunque los agentes tienen "racionalidad limitada" al mismo tiempo son capaces de fortalecer sus habilidades mediante la búsqueda y la interacción y, segundo, que dicha habilidad para aprender se refleja en los procesos de innovación y en los resultados innovadores. Así es como la práctica individual de Lundvall logra mover el foco de análisis del concepto SNI de la asignación de recursos escasos hacia el binomio innovación-aprendizaje. En otras palabras, desde el punto de vista de esta práctica individual, los objetivos del concepto de SNI llegan a ser: i) saber cómo se establecen, evolucionan y

[55] Además, ambos modelos suponen implícitamente, por una parte, que la tecnología es un maná que cae del cielo y se incorpora a un libro de anteproyectos, y por otra, que todos los agentes tienen las mismas oportunidades de consultar dicho libro y que son igualmente competentes para utilizarlo. (Lundvall 2005: 24).

disuelven en el tiempo las relaciones y los patrones de dependencia e interacción durables que se establecen entre los agentes y ii) establecer cómo dichas relaciones y patrones afectan la creación de nuevos recursos y en qué medida apoyan el aprendizaje[56] de los agentes (Lundvall 2005: 24 y Lundvall 2007: 15).

A diferencia del énfasis que pone esta práctica individual en el aprendizaje, los modelos neoclásicos por lo regular no consideran este aspecto y, cuando lo toman en cuenta, generalmente lo relacionan con la posibilidad de acceder a más información acerca del mundo (*know what*) o con una "caja negra" (como en los modelos de crecimiento que asumen el "*learning by doing*"). Además, para poder basar su análisis en "empresas representativas" y en agentes individuales, los neoclásicos acostumbran dejar de lado el hecho fundamental de que los agentes *son más o menos competentes* (en términos de *know how* y *know why*) y que están *más o menos integrados en redes basadas en el conocimiento* (*know who*). Esta abstracción es más problemática en una economía donde la distribución de las habilidades llega a ser cada vez más desigual, y donde la habilidad para aprender tiende a llegar a ser el factor subyacente más importante del éxito económico de la gente, las organizaciones y las regiones (Lundvall y Johnson 1994, Lundvall 2005: 23 y Lundvall 2007: 14-15).

En suma, esta práctica individual establece que la única forma de desmarcarse del concepto "estrecho" de SNI –el cual frecuentemente trata de combinar los fundamentos teóricos de los SNI con los micro-fundamentos de la teoría neoclásica– es adoptando una perspectiva que combine innovación y aprendizaje, como muestra el cuadrante inferior izquierdo del cuadro 3.2. Por otra parte, la práctica individual de Lundvall señala que el SNI también puede definirse en términos evolutivos, por una parte, porque estos sistemas crean diversidad, reproducen rutinas, seleccionan empresas/productos/rutinas, y por otra, porque la co-evolución de la estructura productiva, la tecnología y las instituciones puede

[56]. Para la práctica individual de Lundvall el concepto de aprendizaje tiene al menos dos connotaciones: i) según la literatura del aprendizaje organizacional, el aprendizaje se refiere a *adaptación*, es decir, a un proceso donde los agentes, confrontados a nuevas circunstancias, registran e internalizan el cambio y adaptan en consecuencia su comportamiento; y ii) en el campo de la educación, por su parte, el aprendizaje se relaciona con la *construcción de habilidades*. El concepto de SNI de Lundvall usa el concepto aprendizaje en las dos acepciones, pero enfatiza que la construcción de habilidades tienen lugar en el lugar de trabajo mediante el *learning by doing*, el *learning by using*, y el *learning by interacting* (ver recuadro 6 en Lundvall 2007: 16).

explicar la transformación de los SNI en el tiempo. Sin embargo, desde el punto de vista de esta ptráctica individual, la razón más importante que justificaría ver a los SNI en términos evolutivos es el papel estratégico que se le asigna en tales modelos al conocimiento y al aprendizaje (Lundvall 2005: 11). De hecho, desde un principio esta práctica individual ha sugerido, en concordancia con las teorías evolutivas, que se pueden analizar los SNI revisando cómo evoluciona el conocimiento a través del aprendizaje y la innovación, partiendo de las siguientes características:

1. Los elementos de conocimiento importantes para el desempeño están "localizados" (no pueden moverse fácilmente de un lugar a otro).
2. Elementos de conocimiento importantes están incorporados en las mentes y los cuerpos de los agentes, en las rutinas de las empresas, y en las relaciones que establecen personas y organizaciones.
3. Los procesos de aprendizaje y de innovación se entienden mejor si se les enfoca como el resultado de la *interacción*. De hecho, Lundvall señala que tal vez la característica más básica del SNI sea que es *interaccionista*.
4. Un análisis puramente económico es insuficiente porque el *aprendizaje interactivo* es un proceso socialmente incorporado.
5. Aunque están fuertemente interconectados, el aprendizaje y la innovación no son lo mismo.
6. Los SNI difieren en términos de especialización productiva, comercial y de la base de conocimiento.
7. Los SNI son sistémicos i) porque sus componentes son interdependientes y ii) porque consideran que las interrelaciones son importantes para el desempeño innovador. (Lundvall 1992).

En un primer momento, estas ideas fueron presentadas de forma cruda e intuitiva porque las referencias al conocimiento y al aprendizaje todavía estaban presentadas básicamente como conceptos tipo "caja negra" y, en el mejor de los casos, podrían verse como "señalamientos" que indicaban agendas de investigación futuras (Lundvall 2005: 9-12). Así que los esfuerzos de esta práctica

individual para desarrollar su concepto de SNI mediante la combinación de innovación y aprendizaje fructificaron hasta que Lundvall elaboró, a mediados de los 1990, junto con un grupo de autores, las nociones de "economía basada en el conocimiento" y "economía del aprendizaje". Estas nociones apoyaron el progreso científico del ESNI porque –al establecer una distinción entre información y conocimiento, entre "saber acerca del mundo" y "saber cómo cambiar el mundo", y entre conocimiento explícito/codificado y conocimiento implícito/tácito– permitieron entender cómo se crean el conocimiento y el aprendizaje dentro de los SNI; pero sobre todo, porque permitieron ver que había un eslabón perdido (el conocimiento) que impedía conectar dichos conceptos.

En este mismo sentido, Rivera y Caballero clarificaron el concepto de conocimiento relacionándolo con los de aprendizaje, mensaje y codificación. La siguiente cita extensa da cuenta de ello:

> Dentro de la economía se ha conformado un enfoque que se ocupa de la "economía del conocimiento" (véase Fransman 1994; Cowan y Foray 1997; David y Foray 1995; Cowan, David y Foray 2000; Lundvall 1999; y Lundvall 2002). Este enfoque dirige su análisis a describir la naturaleza del conocimiento (sus rasgos tácito o codificado) y su relación con el aprendizaje, los datos, la información, los mensajes, la tecnología y la innovación. A continuación definiremos cada uno de estos conceptos y la relación que se establece entre ellos.
>
> De la literatura citada se desprende que las unidades básicas o materia prima de la economía del conocimiento son los *datos*, o elementos unitarios de la comunicación, que expresan los infinitos detalles del mundo. Se denominan así pues tales eventos se derivan de la naturaleza y la sociedad. El *aprendizaje* es el proceso por medio del cual los seres humanos los procesan y estructuran. Este proceso genera o da lugar a una serie de convicciones, creencias, *know-how*, habilidades y dominio de destrezas –las cuales frecuentemente son tácitas antes que explícitas– que se denominan *conocimiento*.
>
> En un esfuerzo por clarificar el cúmulo de conceptos que utiliza este enfoque proponemos que lo descrito en el párrafo anterior sea considerado una primera fase, relativamente poco estudiada por el enfoque de la economía del conocimiento, la cual tiene que ver con la forma en que los agentes adquieren este último. Desde nuestro punto de vista, una segunda fase dentro de esta economía –que comparativamente ha sido mucho más estudiada– se dedica a explorar la manera en que parte del conocimiento de los agentes es convertido en mercancía, es decir, en un bien que puede circular y ser intercambiado.
>
> En esta segunda fase, la literatura propone definir la *codificación* como un proceso a través del cual parte del conocimiento de los agentes es convertido en *mensajes*, es decir, en un conjunto de declaraciones orales o escritas que se encuentran inscritas en una base más o menos durable y que pueden ser fácilmente transmitidos entre los agentes. Un mensaje o *pieza de información* contiene datos estructurados y provoca una acción en quien lo recibe. A la parte de conocimiento que puede ser convertida en *bits* o piezas de conocimiento se le conoce como *información*. (Rivera y Caballero 2003: 13-14)

En suma, la práctica individual de Lundvall señala que el conocimiento es un activo que adquieren individuos y organizaciones durante su existencia mediante el aprendizaje. Según esta práctica individual, existen cuatro tipos de conocimiento:

1. *Know-what*: el conocimiento acerca de los "hechos", similar a "información".
2. *Know-why*: conocimiento acerca de los principios y leyes del movimiento en la naturaleza, en la mente humana y en la sociedad.
3. *Know-how*: habilidad de hacer algo; conocimiento desarrollado y mantenido dentro de las fronteras de una empresa individual. Para formar redes industriales se necesita que las empresas compartan y combinen su *know-how*.
4. *Know-who*: información acerca de quién conoce qué y quién sabe hacer qué; también, habilidad social para cooperar y comunicarse con distintos tipos de personas y expertos. (Lundvall 1998: 417).

Esta taxonomía de conocimiento le permite a esta práctica individual proponer el concepto de "estilo de innovación" como una via para desarrollar su concepto de SNI a través de la vinculación de los conceptos de innovación y de aprendizaje (Lundvall 1998 y Lundvall 2005).

Para explicar los estilos de innovación (*innovation modes*), se parte del hecho de que un país no produce todo lo que necesita, sino que se especializa en ciertos sectores económicos. Desde este punto de vista, cada sector utiliza tecnologías distintas y, por tanto, involucra el aprendizaje de varios tipos de conocimiento. Un estilo de innovación, por tanto, se define como *un tipo particular de aprendizaje que depende de la mezcla de conocimientos que requieren ser aprendidos para generar innovaciones en un sector determinado*. Así, esta práctica individual llega a conectar innovación y aprendizaje, es decir, llega a establecer que la innovación no depende de la dotación de conocimientos, sino del aprendizaje que llevan a cabo los agentes involucrados. En otras palabras, la fuente de innovación no es el conocimiento, sino el aprendizaje. Según este punto de vista, existen dos estilos de innovación:

1. El STI-mode se basa tanto en el aprendizaje científico como en el aprendizaje derivado de la búsqueda y, por tanto, enfatiza tanto las actividades dirigidas a la I&D como la utilización de, y el acceso al, conocimiento codificado.
2. El DUI-mode se basa en el aprendizaje producto de la experiencia, o sea, en el aprendizaje que se adquiere mediante la realización de actividades rutinarias y, por tanto, enfatiza las actividades de innovación dirigidas a crear *learning by doing*, *learning by using* y *learning by interacting*, las cuales involucran por lo general marcos y relaciones entre empleados que usan conocimiento implícito y que promueven el aprendizaje interactivo. (Lundvall 2005: 9-12).[57]

A continuación, se sugiere que la relación entre estos estilos de innovación con los sectores industriales ayuda a definir los límites del SNI. El cuadro 3.3. ilustra esta idea exponiendo las distintas combinaciones entre estas dos variables.

Cuadro 3.3. *Dimensiones del Sistema Nacional de Innovación*

Modo de innovación	Sectores de baja tecnología	Sectores de alta tecnología
DUI-mode	1	2
STI-mode	3	4

Fuente: Lundvall (2005: 10)

Desde el punro de vista de la práctica individual de Lundvall, en el ESNI hay una tendencia a suponer que sólo son relevantes los cuadrantes 1 y 4, es decir, que los sectores de baja tecnología realizan innovaciones basados en la experiencia, y que los sectores de alta tecnología impulsan la innovación con base en conocimiento científico. Por otra parte, el bloque del ESNI dominado por la visión de los *Policy Makers* sobre el SNI se enfoca únicamente en la celda 4. En contraste, el concepto "amplio" de SNI propuesto por la práctica individual de Lundvall sugiere que los SNI abarcan todas las combinaciones entre sectores

[57]. La idea de que existen estilos de innovación está presente en la obra de economistas connotados. Adam Smith, por ejemplo, señala que hay dos tipos de "innovación" que impulsan el desarrollo económico: la que surge del obrero que vuelca sus conocimiento para encontrar métodos más fáciles de desempeñar su labor, y la que surge de la especulación de los "filósofos", las cuales emanan del libre accionar de las empresas en un ambiente de libre comercio y de economía liberal. Alfred Marshall, por su parte, distingue como Smith "dos tipos de avance del conocimiento y la tecnología" y los vincula con el "SNI": los Distritos Industriales, basados en el DUI-mode, y los sistemas nacionales de investigación, basados en el STI-mode (para constatar estos y otros hitos en la ciencia económica que aportan al concepto SNI, ver Lundvall 2007: 4-12).

industriales y estilos de innovación (Lundvall 2005: 9-12). Así, el aporte de esta práctica individual consiste en incorporar al aprendizaje rutinario como tercera fuente de innovación y en ampliar su incidencia en sectores tanto de alta como de baja tecnología.[58]

1.5.4. Re-definiendo al Sistema Nacional de Innovación

Los elementos destacados en los apartados precedentes llevan a la práctica individual de Lundvall a definir al SNI como un organismo constituido por un núcleo central y por el ambiente que lo rodea, cuyos fines son, por una parte, apoyar el proceso de innovación, y por otra, impulsar el desarrollo económico a nivel nacional (Lundvall 2002: 44).

En esta definición, el proceso de innovación incluye tanto las innovaciones radicales e incrementales como el desarrollo, difusión y uso de nueva tecnología a lo largo de todos los sectores de la economía (los sectores caracterizados por un esfuerzo de I&D bajo y mediano y los sectores intensivos en el uso de I&D). Por otra parte, esta definición considera que la innovación se alimenta, no sólo del aprendizaje emanado de la investigación científica y la investigación sistemática o búsqueda, sino también del aprendizaje producido por actividades económicas rutinarias (Lundvall 2007b: 28).

El cuadro 3.4. resume los rasgos generales de la práctica individual de Lundvall. En él se presentan las principales actividades que se llevan a cabo en el núcleo central del SNI, las características fundamentales de dicho núcleo central, el marco socio-económico amplio que rodea al núcleo central del SNI, los productos del SNI y las dimensiones de la intervención del gobierno.

---

[58]. La propuesta de esta práctica individual de que el DUI-mode también forma parte del SNI se basa en la pretensión de los mercados no son "puros", sino que están "organizados". La teoría neoclásica establece que los mercados son "puros" porque los agentes no se comunican entre si, es decir, porque las relaciones que se establecen entre los agentes son anónimas y se realizan en condiciones de igualdad (*arm's lenght relationships*). Este postulado de la economía neoclásica es desafiado por el hecho, arrojado por una serie de estudios empíricos, de que las innovaciones de producto, que requieren una comunicación estrecha entre proveedor y usuario, son muy frecuentes. Para explicar este hecho (la frecuencia de innovaciones de producto), Lundvall se aleja de la economía convencional y sugiere, por una parte, la existencia de "mercados organizados", los cuales aceptan la existencia de relaciones de largo plazo que mezclan lealtad, confianza y poder; y por otra parte, que la existencia de "mercados organizados" es el micro-fundamento de los SNI porque apoya la idea de que cada país tiene elementos que lo hacen único, tales como la organización del trabajo y diversos estilos de innovación. (Lundvall 2007: 13).

Cuadro 3.4. *Rasgos generales de la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación de Lundvall*

Actividades centrales del núcleo central:
1. Búsqueda e investigación – STI
2. Interacción humana y aprendizaje – DUI
3. Interacción entre empresas e infraestructura de conocimiento – STI y/o DUI

Características fundamentales del núcleo central:
4. Formas organizacionales
5. Marco institucional
6. Estructura productiva

Marco socio-económico más amplio:
7. Mercado de la mano de obra
8. Mercado financiero
9. Régimen de asistencia social

Productos del SNI:
10. Nuevos productos y procesos
11. Construcción de habilidades innovadoras
12. Impacto en el crecimiento y desarrollo.

Dimensiones de la intervención gubernamental:
13. Promover los STI-mode y/o DUI-mode de innovación.
14. Promover empresas pioneras y/o empresas seguidoras.
15. Promover sectores de alta o baja tecnología.

Fuente: Lundvall (2005: 40)

1.5.5. ¿Cómo analiza los Sistemas Nacionales de Innovación la práctica individual de Lundvall?

Una vía para estudiar los SNI es la que proponen los modelos de causalidad mecánica: el análisis estadístico.

Desde el punto de vista de la práctica individual de Lundvall, un problema del análisis estadístico es que, debido a que la "población" de SNI es demasiado pequeña y heterogénea, es complicado extraer con este método patrones de causalidad "generales" aplicables a todos los SNI.

Por tanto, desde el punto de vista de esta práctica individual, el "procedimiento de cúmulos" (*clustering procedure*) es un método "más útil" para estudiar los SNI. Este método consta de tres fases: i) dividir la población de los SNI en diferentes sub-especies ("familias" con características comunes), ii)

encontrar patrones de interdependencia en cada "familia" y iii) relacionar dichos patrones con indicadores multidimensionales de desempeño económico.

En el marco del ESNI, el procedimiento de aglomeración parte de cuatro hechos estilizados y consta también de cuatro pasos. Los hechos estilizados son:

1. Las empresas juegan el papel más importante en los SNI, dado que ellas ejecutan el proceso de innovación.
2. Las empresas llegan a innovar gracias a que interactúan con otras empresas y con la "infraestructura de conocimiento".
3. El estilo de aprendizaje e innovación de las empresas depende del marco institucional.
4. La contribución al proceso de innovación y la forma de innovar e interactuar de una empresa dependen del sector al que pertenece.

El *primer paso* para analizar los SNI radica en determinar lo que ocurre dentro de las empresas en términos de innovación y construcción de competencias.

El *segundo paso* es analizar la interacción entre empresas (sus relaciones de competencia, cooperación y de formación de redes) y la interacción entre éstas y la infraestructura de conocimiento en el contexto de la innovación de producto.

El *Tercer paso* consiste en analizar las especificidades del *marco institucional*.

El *cuarto paso* (y último) reside en explicar la especialización y desempeño de los SNI con base en la organización de la empresa y su posicionamiento en la red (Lundvall 2005: 14, 2007a: 24 y 2007b: 29-30).

2. APORTES DE LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE LUNDVALL AL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN

En el apartado 1 de este capítulo se hizo una reconstrucción del origen de la teoría de los SNI de Lundvall y de sus rasgos distintivos. Esa información permitiría construir el perfil de la práctica individual de Lundvall, de manera similar a como se edificó la primera práctica de consenso del ESNI. Sin embargo, como el objetivo de la presente investigación es especificar de qué manera ha contribuido la

práctica individual de Lundvall al progreso científico del ESNI, se llegó a la conclusión de que la descripción pormenorizada de su perfil, en vez de facilitar, entorpecería la claridad expositiva. Por tanto, en el presente apartado se omite dicha descripción y se opta por identificar y describir únicamente las variedades de progreso científico que ha impulsado la práctica individual de Lundvall respecto a la primera práctica de consenso del ESNI.

La contribución de la práctica individual de Lundvall al progreso científico del ESNI se concentró en cuatro dimensiones de la primera práctica de consenso: el lenguaje, las preguntas significativas, los enunciados aceptados y los esquemas explicativos. Los sub-apartados 2.1 a 2.4 describen las variedades de progreso científico impulsadas por la práctica individual de Lundvall en cada una de esas dimensiones, respectivamente. Al final se expone en qué consistió el progreso en los principios metodológicos impulsado por esta práctica individual (sub-apartado 2.5).

Todos los sub-apartados se construyeron comparando los postulados de cada una de las dimensiones de la primera práctica de consenso del ESNI con los postulados de la práctica individual de Lundvall. Para aumentar la claridad expositiva, en algunos casos fue necesario refrescar la memoria del lector introduciendo, antes del ejercicio de comparación, un brevísimo resumen de lo que significa el progreso científico en esa dimensión de la práctica de consenso.

2.1. Progreso conceptual impulsado por la práctica individual de Lundvall

Para impulsar el progreso científico en la dimensión del lenguaje es necesario, primero que nada, identificar los términos clave que comparten la práctica de consenso y una de las prácticas individuales de la comunidad científica. El segundo paso es comparar los potenciales de referencia de esos términos clave y determinar en qué medida esa práctica individual mejora uno o varios modos de referencia del potencial de referencia de la práctica de consenso. En otras palabras, el segundo paso consiste en determinar si el lenguaje de la práctica individual le añade al leguaje de la práctica de consenso un nuevo modo de referencia o si le permite eliminar un modo de referencia obsoleto o falso.

En este sentido, mediante el análisis comparativo se encontró que los términos clave que comparten la primera práctica de consenso del ESNI y la práctica individual de Lundvall son: "sistema nacional de innovación", "SNI estrecho", "SNI amplio" e "innovación". En los sub-apartados 2.1.1 a 2.1.3 se muestra cómo fue mejorado el lenguaje de la primera práctica de consenso del ESNI en estos términos clave por parte de la práctica individual de Lundvall.

2.1.1. Progreso conceptual en el término clave "Sistema Nacional de Innovación"

El potencial de referencia del término clave SNI de la primera práctica de consenso del ESNI consta de seis modos de referencia o MR (ver cuadro 2.1, página 72). Tres de ellos (los modos de referencia MR_1, MR_2 y MR_4) aluden a los componentes del sistema y a las relaciones que establecen entre ellos para impulsar "cambio técnico", siguiendo la máxima del naturalismo. Los modos de referencia MR_3 y MR_5 apuntan hacia el entorno que rodea a los agentes innovadores tratando, con éxito relativo, de describir una entidad denominada "institución". El sexto modo de referencia (MR_6), y en parte también el quinto (MR_5), fue fijado en el lenguaje de la primera práctica de consenso siguiendo la forma conformista, porque describe al SNI utilizando términos usados por otros autores ("capital intelectual", "capital social", etc.).

Dejando a un lado por el momento la segunda vía de impulsar progreso conceptual (eliminar modos de referencia defectuosos), desde nuestro punto de vista, la práctica individual de Lundvall impulsó el progreso conceptual del ESNI porque le agregó el siguiente modo de referencia al término clave SNI.

A diferencia de la primera práctica de consenso del ESNI, quien hace girar su definición de SNI alrededor de los componentes de una entidad (los agentes y las relaciones que establecen), la práctica individual de Lundvall define al SNI con relación a su actividad principal, naturaleza, objetivo y meta. En este sentido, según esta práctica individual, el SNI es un conjunto de elementos que interactúan dentro de un país para producir, difundir y usar *conocimiento nuevo y económicamente útil*. Al definir al SNI como una entidad que usa, produce y difunde conocimiento, la práctica individual de Lundvall está en condiciones de

sostener que la *actividad principal* del SNI tiene que ver con el aprendizaje; que, como el aprendizaje es un proceso continuo, este sistema es por *naturaleza* dinámico; que su *objetivo* es aumentar la eficiencia y la eficacia del proceso de innovación y que su *meta* es apoyar el crecimiento económico de un país. En otras palabras, esta práctica individual le añade al potencial de referencia del término clave SNI un modo de referencia que alude al conocimiento, al proceso de aprendizaje y a los criterios de desempeño, con lo cual enriquece significativamente dicho término y, por lo mismo, impulsa el progreso científico de la primera práctica de consenso del ESNI por la vía del progreso conceptual.

2.1.2. Progreso conceptual en el término clave "cambio técnico"

La primera práctica de consenso del ESNI usa un lenguaje ambiguo respecto al término "proceso de innovación". Para empezar, frecuentemente utiliza como sinónimos "cambio técnico" y "proceso de innovación" (ver modo de referencia MR_1 del término clave "cambio técnico"). Después, sugiere una taxonomía de innovaciones (ver modo de referencia MR_1 del término clave "taxonomía del cambio técnico"), producto del cambio técnico, pero no explica por qué un mismo "proceso" da lugar a distintos productos (las innovaciones). En tercer lugar, sólo implícitamente sugiere que su definición se basa en la de Schumpeter, según la cual la innovación es producto de una "combinación novedosa" de conocimientos que da lugar a un producto "universalmente" nuevo (innovación radical). Por último, señala una serie de "mecanismos básicos" que supuestamente gobiernan la naturaleza del proceso de innovación, pero que en realidad aluden a cómo dichos procesos ayudan a alcanzar liderazgo tecnológico.

Desde nuestro punto de vista, la práctica individual de Lundvall impulsa progreso conceptual en el término clave "innovación", por una parte, porque lo separa del término más restrictivo de "cambio técnico", el cual se refiere únicamente a las innovaciones de proceso experimentadas durante el proceso productivo. En otras palabras, esta práctica individual amplía el concepto de innovación de manera tal que éste llega a incluir tanto a las innovaciones de

proceso ("cambio técnico") y las de producto como a las nuevas formas organizacionales, nuevas materias primas y nuevas instituciones.

El segundo progreso conceptual que le imprimió la práctica individual de Lundvall al término clave innovación fue completar la noción schumpeteriana de innovación (según la cuál ésta es una "combinación novedosa") con la idea de que la innovación es una "combinación novedosa *de conocimiento*". Este progreso conceptual se multiplica (genera más progreso conceptual) en otros dos ámbitos: el de la definición general de innovación y el de la descripción de su naturaleza.

En el ámbito de la definición de innovación, el segundo progreso conceptual se despliega en la clarificación de *lo que no es* este proceso. En este sentido, la práctica individual de Lundvall hace avanzar conceptualmente el término clave "innovación", por una parte, porque establece claramente: i) la diferencia entre innovación e invención: la innovación no es "un invento con importancia económica", sino un producto o proceso con valor económico, dirigido al mercado y producido por un organismo con fines de lucro (empresa), ii) que la innovación no es (como para los neoclásicos) un evento extraordinario y externo ni (como para el modelo Schumpeter Mark I) un evento espontáneo e individual y iii) que la innovación no se reduce a las innovaciones radicales. En este mismo sentido, el segundo progreso conceptual se extiende hacia el establecimiento de *lo que sí es innovación*: la innovación *es una combinación novedosa de conocimientos, llevada a cabo por una empresa, que se materializa en productos, procesos y otras innovaciones que tienen valor económico, la cual es validada por el mercado.*

El segundo progreso conceptual no sólo le permite a la práctica individual de Lundvall re-definir el término clave "innovación", sino también fijar su potencial de referencia respecto a la "naturaleza" de dicho proceso, es decir, respecto a los rasgos que la distinguen. Primero, la innovación es producto de un *proceso social* que involucra a múltiples agentes.[59] Segundo, el "proceso de innovación" *también abarca las innovaciones incrementales y las mejoras.*[60] Tercero, el carácter social

[59]. Esto lo aleja del modelo Schumpeter Mark I, el cual sugiere que la innovación es generada por el "empresario innovador".

[60]. En otras palabras, Lundvall apunta que el "grado de novedad" es muy importante para definir a la innovación, por una parte, porque (como estableció Schmookler) frecuentemente dos innovaciones

de la innovación implica que dicho proceso es producto del *aprendizaje interactivo* de una gama de agentes individuales y colectivos, aprendizaje que está determinado tanto por la estructura económica como por el marco institucional donde actúan dichos agentes.[61] Cuarto, el proceso de innovación *no es lineal*, porque es muy difícil establecer dónde termina y donde empieza cada una de sus fases, y porque frecuentemente las últimas etapas del proceso están vinculadas con las primeras. Y quinto, la innovación es un proceso *continuo y acumulativo*, que depende del pasado y que incluye tanto las fases de generación de nuevos productos y procesos como las fases de difusión, absorción y utilización de tales innovaciones.

2.1.3. Progreso conceptual en el término clave "Sistema Nacional de Innovación amplio"

Aunque fue Lundvall (1992) quien propuso por primera vez distinguir entre SNI "estrecho" y "amplio", la primera práctica de consenso del ESNI consideró pertinente dicha distinción y decidió adoptarla desde mediados de los 1990 (Freman 1995 y 2002a).

Sin embargo, los potenciales de referencia de ambos términos clave de la primera práctica de consenso del ESNI conservan la tendencia a definir a los SNI en términos de sus componentes, ya que sugieren que el SNI "estrecho" sólo incluye a las "instituciones" dedicadas a "promover deliberadamente" la adquisición y difusión de conocimiento", mientras que el SNI "amplio" incluye a "todas las instituciones que afectan al proceso de innovación". Dos elementos extra en esta distinción son, por un lado, que el SNI "amplio" incorpora al "estrecho", y por otro, que la dirección y éxito del proceso de innovación sólo depende del SNI "amplio".

En el enunciado aceptado EA_{21}, la primera práctica de consenso del ESNI establece que incluso List ya había sugerido la existencia de un SNI amplio y de

---

aparentemente radicales son alcanzadas al mismo tiempo en distintos lugares, y por otra, porque se ha demostrado que algunas pequeñas mejoras y adaptaciones hechas a "innovaciones radicales" han dado lugar a otras innovaciones

[61]. En otras palabras, el proceso de innovación involucra la *interacción*, o sea, el establecimiento de relaciones de competencia, cooperación y comunicación de largo plazo entre individuos, organizaciones e instituciones

un estrecho, inclinándose por el primero. Por tanto, cabe preguntar ¿en qué se diferencian los términos clave "SNI estrecho" y "SNI amplio" de List y de la primera práctica de consenso del ESNI respecto a los de la práctica individual de Lundvall? Desde nuestro punto de vista, la práctica individual de Lundvall impulsó progreso conceptual en dichos términos clave en dos sentidos. Primero, porque relacionó estos sistemas con las actividades que realizan y con el tipo de aprendizaje que llevan a cabo sus componentes.

Así, según esta práctica individual, el SNI "estrecho" incluye sólo a instituciones que llevan a cabo actividades de "búsqueda" y de "exploración"; mientras que el SNI "amplio" está formado por instituciones que llevan a cabo tanto actividades de búsqueda y de exploración como actividades de búsqueda "desesperada", o sea, actividades rutinarias que dan lugar a *learning by doing, learning by using* y *learning by interacting*. Y segundo, porque la práctica individual de Lundvall sugiere que la adopción del concepto de SNI "amplio" va más allá de la definición de sus componentes, e implica también la adopción de una visión amplia y dinámica de innovación, el ensanchamiento de los límites del SNI, la incorporación del aprendizaje rutinario como tercera fuente de innovación (cosa que descarta implícitamente incluso la definición "amplia" de la primera práctica de consenso del ESNI), la conexión entre el SNI y el desarrollo económico, y la conservación de una visión crítica respecto a la teoría económica convencional.

2.2. Progreso erotético impulsado por la práctica individual de Lundvall

El ESNI experimenta progreso científico en su dimensión de preguntas significativas cuando una de sus prácticas individuales es capaz de plantear preguntas genuinamente significativas (relacionadas con esquemas explicativos verdaderos) que son originales o nuevas, que son más manejables, o que descomponen algunas de sus preguntas significativas.

Gracias al análisis comparativo, se pudo determinar que la práctica individual de Lundvall impulsó el progreso erotético del ESNI porque logró introducir una pregunta intrínsecamente significativa relacionada con las fuentes del proceso de innovación. En el sub-apartado 2.2.1 se muestra cómo renovó la

práctica individual de Lundvall la dimensión de las preguntas significativas de la primera práctica de consenso del ESNI.

2.2.1. Progreso erotético en la pregunta relacionada con el origen de la innovación

El progreso conceptual introducido por Lundvall en el término clave SNI fue muy importante para el progreso científico del ESNI porque impactó en otras dimensiones de su primera práctica de consenso. En la dimensión de las preguntas significativas, la alusión al conocimiento y al aprendizaje, y la relación de estos con el proceso de innovación, permitieron plantear una nueva pregunta genuinamente significativa: ¿Cuáles son las fuentes del proceso de innovación?

Esta pregunta es intrínsecamente significativa porque aborda un problema que la primera práctica de consenso del ESNI sólo había tratado tangencialmente, el cual se relaciona con el nexo que existe entre la competitividad de un país, su liderazgo tecnológico, el cambio tecnológico, y el sistema de ciencia y tecnología (ver los enunciados aceptados EA_1, EA_2, EA_3, EA_6, pero principalmente el enunciado aceptado EA_9).

2.3. Progreso en los enunciados aceptados fomentado por la práctica individual de Lundvall

Un *enunciado significativo* es aquel que da respuestas potenciales a preguntas significativas. Este tipo de enunciados conforman la dimensión de los enunciados aceptados de una práctica de consenso. Una práctica de consenso experimenta progreso en esta dimensión por dos vías: eliminando falsedad de sus enunciados aceptados[62] o agregándoles verdad.[63]

En este sentido, mediante el análisis comparativo se encontró que la práctica individual de Lundvall aloentó el progreso científico del ESNI porque reformuló y enriqueció los enunciados aceptados EA_{15} y EA_{20} y porque introdujo

[62]. Para despojar de falsedad a los enunciados aceptados de una práctica de consenso existen dos mecanismos: i) sustituir un enunciado significativo por un enunciado significativo verdadero, o sea, por uno que proporcione respuestas verdaderas a preguntas significativas y ii) eliminar los enunciados que demuestren no ser enunciados significativos verdaderos

[63]. Para agregarle verdad a esta dimensión de la práctica de consenso, también hay dos mecanismos: i) reformular un enunciado significativo para que se convierta en un enunciado significativo verdadero y ii) añadir nuevos enunciados significativos.

un nuevo enunciado significativo sobre las fuentes del proceso de innovación. En los sub-apartados 2.3.1 y 2.3.2 se especifica cómo fue mejorada la dimensión de los enunciados aceptados de la primera práctica de consenso del ESNI por parte de la práctica individual de Lundvall.

2.3.1. Progreso científico por la reformulación y enriquecimiento de los enunciados aceptados EA_{15} y EA_{20}

A fines de los 1980 y principios de los 1990, las principales críticas al ESNI señalaban que la globalización y los sistemas de innovación supra y sub-nacionales volvían intrascendente el estudio de los SNI (Ohmae 1990 y 1993, DeBresson 1989, DeBresson y Amesse 1991). El ESNI, por tanto, se vio obligado a plantearse una pregunta significativa sobre la propia existencia de una entidad llamada SNI, o sea, sobre la pertinencia de estudiar el sistema de innovación a nivel nacional.

Los enunciados aceptados EA_{15} y EA_{20} fueron las primeras respuestas tentativas de la primera práctica de consenso del ESNI a esta pregunta. En estos *enunciados significativos* se esgrimen dos argumentos principales. Por un lado, el enunciado aceptado EA_{15} argumenta en favor de los SNI que sí existe un sistema "internacional" de innovación, o sea, la internacionalización de las actividades tecnológicas, pero acota que, para que un país se integre a ese meta-sistema de innovación, debe contar con un SNI fuerte. Y por otra parte, el enunciado aceptado EA_{20} asume una posición defensiva reconociendo la creciente importancia de los sistemas de innovación sub-nacionales, pero señalando, sin argumentar, que los SNI siguen siendo importantes.

Desde nuestro punto de vista, la práctica individual de Lundvall alienta el progreso científico del ESNI en su dimensión de los enunciados aceptados porque reformula y enriquece los argumentos de los enunciados aceptados EA_{15} y EA_{20} señalando que el estado-nación sigue siendo muy importante para el proceso de innovación en tres sentidos: primero, porque presupone la existencia de agentes "culturalmente homogéneos", o sea, agentes que comparten cultura, lengua y espacio geográfico; segundo, porque brinda a los agentes normas y sistemas de interpretación que disminuyen la incertidumbre; y tercero, porque permite la

utilización del conocimiento tácito en la medida de que facilita la comunicación entre los agentes.

2.3.2. Progreso científico por la introducción de un nuevo enunciado aceptado sobre las fuentes del proceso de innovación

Aunque algunos de sus enunciados aceptados sí tocan indirectamente ese tema,[64] la primera práctica de consenso del ESNI no se plantea responder la pregunta "¿Cuáles son las fuentes del proceso de innovación?".

Desde nuestro punto de vista, la práctica individual de Lundvall fomenta el progreso científico del ESNI en su dimensión de los enunciados aceptados porque sí se ocupa de responder esta pregunta.

La respuesta de la práctica individual de Lundvall a la pregunta de ¿cuáles son las fuentes del proceso de innovación? se desarrolla en tres fases. En la primera de ellas, esta práctica individual organiza las ideas dispersas que contiene la primera práctica de consenso del ESNI sobre las fuentes del proceso de innovación.

En la segunda fase, la práctica individual de Lundvall muestra que la primera práctica de consenso del ESNI implícitamente sugiere que hay dos fuentes del proceso de innovación: el conocimiento generado por el departamento de I&D y el conocimiento que reciben las empresas del "sistema de ciencia y tecnología".

Y en la tercera fase, esta práctica individual introduce un nuevo enunciado aceptado que responde específicamente a la nueva pregunta significativa. Este nuevo enunciado aceptado establece que "el proceso de innovación no se alimenta sólo de la I&D y de las actividades científicas y tecnológicas (como

---

[64]. El enunciado aceptado EA_3 señala, por ejemplo, que la innovación es la fuente del desarrollo económico, pero no explora los determinantes de la innovación. El enunciado aceptado EA_9 establece, por otra parte, que un país "seguidor" puede disminuir la "brecha tecnológica" que lo separa del líder tecnológico si acelera su proceso de innovación ("la tasa de cambio técnico"), lo cual puede hacer por dos vías: i) impulsando el esfuerzo tecnológico de sus empresas, o sea, haciendo que generen y apliquen más conocimiento y ii) aumentando las actividades inventivas y científicas. Sin embargo, este enunciado no presenta esos elementos como las fuentes del proceso de innovación ni especifica los agentes que lo realizan. Adicionalmente, los enunciados aceptados EA_6, EA_8, EA_{11} y EA_{16} enfatizan que la infraestructura científica y tecnológica o "sistema de ciencia y tecnología" es el rasgo característico de los SNI desde fines del Siglo XIX. En otras palabras, la primera práctica de consenso del ESNI indica que desde fines del Siglo XIX, el proceso de innovación en las principales industrias se basa en una "forma más profesional y sistemática de obtener innovaciones", a diferencia de lo que ocurría en la primera Revolución Industrial, donde éste se basada en el *learning by doing, by using*, y *by interactng*.

sostenía la primera práctica de consenso del ESNI), sino también de las 'actividades rutinarias' desarrolladas en la estructura productiva." En otras palabras, el nuevo enunciado aceptado que introdujo la práctica individual de Lundvall menciona que el proceso de innovación se alimenta de tres fuentes: i) "la búsqueda desesperada o local", basada en actividades rutinarias, que impulsa innovaciones adaptativas e innovaciones incrementales mediante procesos de aprendizaje tipo *learning by doing*, *by using*, y *by interactng*; ii) la "búsqueda", basada en las actividades de I&D que llevan a cabo las empresas, que pretende generar innovaciones radicales mediante la investigación conciente, profesional y guiada por la obtención de ganancias y iii) la "exploración", basada en actividades científicas y tecnológicas de instituciones distintas a las empresas, que se orienta principalmente a *apoyar* el proceso de innovación de aquellas y cuyo fin último *no es la obtención de ganancias*.

2.4. Progreso explicativo impulsado por la práctica individual de Lundvall

La presente investigación ha establecido, por una parte, que los *esquemas explicativos* son los puntos de vista de una comunidad científica acerca de cómo se relacionan los fenómenos en la realidad, es decir, la teoría con la cual está comprometida; y por otra, que una comunidad científica experimenta *progreso explicativo* cuando: i) incorpora nuevos esquemas explicativos correctos, ii) descarta esquemas explicativos incorrectos, iii) generaliza un esquema explicativo correcto y iv) extiende un esquema explicativo correcto.

En este sentido, la presente investigación determinó, a través de análisis comparativo, que la práctica individual de Lundvall impulsó el progreso explicativo del ESNI porque introdujo dos nuevos esquemas explicativos, uno de ellos relacionado con los "estilos de innovación", y el otro, con el esclarecimiento de la estructura y de los límites de los SNI. Los sub-apartados 2.4.1 y 2.4.2 explican cómo mejoró la práctica individual de Lundvall la dimensión de los esquemas explicativos de la primera práctica de consenso del ESNI.

2.4.1. Progreso explicativo por introducir un nuevo esquema sobre los "estilos de innovación"

El esquema explicativo que introduce la práctica individual de Lundvall propone desmarcarse del concepto de SNI "estrecho" y adoptar una visión "amplia" del SNI que enfatice la importancia de los distintos tipos de conocimiento, las formas en que se complementan y el papel que juega el aprendizaje en la generación de innovaciones.

La visión "amplia" de los SNI de la práctica individual de Lundvall, impone una serie de supuestos[65] y se apoya en 3 pilares: primero, que el concepto "estilo de innovación" se refiere al aprendizaje que los sectores económicos y los países requieren para generar innovaciones, segundo, que los sectores económicos y los países aprenden mezclando varios tipos de conocimiento, y tercero, que existen dos "estilos de aprendizaje" básicos.[66] Posteriormete, para fijar los límites de los SNI, esta práctica individual conecta la noción de estilos de innovación con la de sectores de alta y baja tecnología.

La combinación de estas dos nociones le permite a la práctica individual de Lundvall establecer que los SNI no se limitan al aprendizaje basado en la búsqueda y en la exploración en sectores de alta tecnología (tal como establecen, entre otros, los Modelos de la Triple Hélice y la visión estrecha de los SNI) ni al aprendizaje basado en la experiencia en los sectores de baja tecnología (como propone la teoría de los Sistemas Nacionales de Aprendizaje). Al contrario, esta práctica individual muestra que una noción de SNI *verdaderamente amplia*, donde el aprendizaje juega el papel central, también incluye estilos de innovación STI-mode en sectores de baja tecnología (aprendizaje basado en la búsqueda y la

---

[65] O sea, suponiendo que: i) en la economía la distribución de habilidades innovadoras es desigual, ii) las habilidades innovadoras son el factor más importante del desempeño económico, iii) el conocimiento es un activo que adquieren los agentes mediante el aprendizaje, iv) existe una taxonomía que contempla cuatro tipos de conocimiento: *know-what*, *know-why*, *know-how* y *know-who*, v) como un país no produce todo lo que necesita, tiene que especializarse en ciertos sectores económicos y vi) como cada sector utiliza tecnologías distintas, su proceso de innovación involucra el aprendizaje de distintos tipos de conocimiento.

[66]. El primero de estos estilos, denominado STI-mode, se basa tanto en el aprendizaje científico como en el aprendizaje derivado de la búsqueda y enfatiza por igual a las actividades dirigidas a la I&D y a las actividades dirigidas a la exploración. El segundo estilo de innovación, llamado DUI-mode, se apoya en el aprendizaje adquirido de la experiencia, de la realización de actividades rutinarias.

exploración en sectores de baja tecnología) y estilos de innovación DUI-mode en sectores de alta tecnología (aprendizaje rutinario en sectores de alta tecnología).

En otras palabras, la práctica individual de Lundvall impulsa el progreso explicativo del ESNI porque introduce un esquema que establece, primero, que la fuente de innovación no es el conocimiento, sino el aprendizaje; segundo, que el aprendizaje rutinario también genera innovaciones, y tercero, que los dos sectores (el de alta y el de baja tecnología) alimentan su innovación con los mismos tipos de aprendizaje (científico, conscientemente dirigido y rutinario).

2.4.2. Progreso explicativo por introducir un nuevo esquema sobre la estructura y los límites de los Sistemas Nacionales de Innovación

Aunque la primera práctica de consenso del ESNI trata en distintas partes este tema,[67] ella no logra especificar los agentes, la estructura y el funcionamiento de los SNI. En otras palabras, aunque dicha práctica de consenso proclama que es importante adoptar una visión amplia de los SNI, la forma en que losdefine la acerca en cierto sentido a la definición estrecha de los SNI.[68]

Desde nuestro punto de vista, la práctica individual de Lundvall impulsa el progreso explicativo del ESNI porque introduce un esquema que logra especificar y definir: i) las entidades que conforman a los SNI, ii) algunas de las relaciones que establecen dichas entidades, iii) la estructura y límites de los SNI y iv) el funcionamiento de los SNI.

---

[67]. Por ejemplo, del término clave "SNI" se desprende: i) que un SNI está formado por "instituciones" dedicadas a la ciencia y la tecnología, públicas y privadas, y por sus relaciones, y ii) que esos elementos constituyen el "ambiente que hace posible el cambio técnico". Por otra parte, en sus enunciados aceptados se señala que lo importante para la competitividad de un país es "la competencia entre empresas". Por último, de sus paradigmas de autoridad puede inferirse que el "empresario innovador" o "la gran empresa" (dependiendo del modelo schumpeteriano que se elija) son los agentes innovadores.

[68] Al igual que la primera práctica de consenso del ESNI, la visión estrecha de los SNI (en sus versiones de Mowery y Rosenberg y de el Modelo III de la Teoría de la Triple Hélice) establece tres elementos: i) que los agentes del SNI son la academia, el gobierno y la industria, los cuales se interrelacionan entre sí, ii) los agentes del SNI están rodeados por un "ambiente" formado por las leyes de patentes y de propiedad industrial y iii) que en conjunto, el SNI genera "innovaciones radicales".

2.5. Progreso en los principios metodológicos impulsado por la práctica individual de Lundvall

La presente investigación ha establecido que el progreso en los principios metodológicos de una comunidad científica se revela cuando su práctica de consenso ha experimentado una o varias variedades de progreso.

En este sentido, este apartado ha demostrado que la práctica individual de Lundvall es una fuente potencial de progreso para los principios metodológicos del ESNI porque ella ha impulsado cuatro variedades de progreso científico: progreso conceptual, progreso erotético, progreso en los enunciados aceptados y progreso explicativo, en el sentido en que se especificó en los sub-apartados 2.1.a 2.4.

3. CONCLUSIONES

El objetivo de este capítulo fue identificar y exponer las variedades de progreso científico que ha generado la práctica individual de Lundvall. Para alcanzar ese objetivo fue necesario, primero, describir la teoría de los SNI de este autor y, segundo, suponer que dicha teoría es la práctica individual de la comunidad científica que comanda esta autoridad en la materia.

Este capítulo es importante porque le aporta a la presente investigación parte de la materia prima que utilizará para evaluar el progreso científico que ha experimentado el ESNI en el período 1982-2010.

Los principales hallazgos del presente capítulo son que la práctica individual de Lundvall promovió el progreso científico principalmente en cuatro dimensiones: en la dimensión del lenguaje, la práctica individual de Lundvall impulsó el progreso conceptual agregándole nuevos modos de referencia a los conceptos clave "sistema nacional de innovación", "SNI estrecho", "SNI amplio" e "innovación". En la dimensión de las preguntas significativas, esta práctica individual fomentó el progreso erotético introduciendo una nueva pregunta significativa acerca de las fuentes del proceso de innovación. En la dimensión de los enunciados aceptados, la práctica individual de Lundvall alentó el progreso científico del ESNI porque porque reformuló y enriqueció los enunciados aceptados EA_{15} y EA_{20} y porque introdujo un nuevo enunciado aceptado que responde la nueva pregunta

significativa. Y en la dimensión de los patrones de argumento general, la práctica individual de Lundvall estimuló el progreso conceptual porque estableció un nuevo esquema explicativo sobre la estructura y los límites de los SNI.

CAPÍTULO IV
LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE RICHARD NELSON Y SU APORTE AL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN

INTRODUCCIÓN

Para avanzar en la evaluación del progreso del ESNI, es necesario determinar cómo ha ido variando su primera práctica de consenso como resultado de la incorporación de las variedades de progreso científico que han impulsado las sub-comunidades que conforman a esta comunidad científica.

Este capítulo se dedica en particular a exponer los aportes de la práctica individual de Richard Nelson al progreso científico del ESNI. Para alcanzar este objetivo, se comienza por describir el surgimiento, los elementos básicos y la evolución de la práctica individual de la comunidad científica comandada por este autor (apartado 1). Posteriormente, se identifican y describen las variedades de progreso científico que impulsó esta sub-comunidad respecto a la primera práctica de consenso del ESNI (apartado 2). Al final se concluye acerca de los aportes de esta sub-comunidad al progreso científico del ESNI (apartado 3).

1. ORIGEN Y ELEMENTOS BÁSICOS Y NOVEDOSOS DE LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE RICHARD NELSON

En el capítulo II de la presente investigación se estableció que Richard Nelson es una de las autoridades en la materia del ESNI y que él comanda una de sus sub-comunidades. En este apartado se formula que también es válido suponer que la teoría de los SNI de este autor es una de las prácticas individuales de esta comunidad científica.bDe ahí que su objetivo sea exponer los elementos básicos, la evolución y los rasgos distintivos de la teoría de los SNI de Nelson.

Para alcanzar su objetivo, este apartado empieza por describir el tipo de aportación que hace la práctica individual de Nelson al progreso científico del ESNI (sub-apartado 1.1). Luego señala los elementos teóricos que guiaron a los estudios de caso en Nelson (1993) (sub-apartado 1.2). Posteriormente apunta las conclusiones a las que llega este primer ejercicio comparativo amplio (sub-

apartado 1.3.). Y por último hace una primera evaluación crítica de los aportes de esta práctica individual a la aplicación empírica del concepto de SNI, sobre todo en lo que se refiere a sus alcances para comparar el desempeño innovador a nivel del SNI en su conjunto (sub-apartado 1.4).

La importancia de este apartado reside en que aporta la materia prima para perfilar la práctica individual de Nelson, de la cual se derivan los aportes de esta sub-comunidad al progreso científico del ESNI.

1.1. ¿Qué tipo de aportación hace la práctica individual de Nelson?

La aportación de la práctica individual de Nelson al progreso científico del ESNI no es teórica. Él siempre ha mantenido una posición crítica acerca de los alcances del concepto de SNI.

El principal aporte de esta práctica individual al progreso científico del ESNI está en el libro *National Innovation Systems: A Comparative Analisys* pretendía (Nelson 1993). La práctica individual de Nelson, cuyos aspectos fundamentales están contenidos en este libro, es importante porque es pionera en el análisis del concepto de SNI por el lado empírico. El libro está formado por estudios de caso de 14 países, donde los diferentes autores interpretan implícita o explícitamente el concepto SNI de distintas maneras, e incluye no únicamente países altamente industrializados de Europa Occidental, Estados Unidos, Canadá y Japón, sino también análisis de los SNI de países de reciente industrialización. Este volumen también incluye dos capítulos generales: en el capítulo 1, *Technical Innovation and National Systems*, Nelson y Rosenberg bosquejan el proceso de "avance técnico" y los actores institucionales clave involucrados en éste; y en el capítulo 16, *A retrospective,* los autores anotan algunos hechos estilizados arrojados por los distintos estudios de caso.

En otras palabras, la práctica individual de Nelson establece, primero, que mucho de lo que se ha escrito y argumentado sobre los SNI son exageraciones y caos, segundo, que la situación imperante en el ESNI se caracteriza por la ausencia de un marco analítico bien articulado que vincule los arreglos institucionales con el desempeño económico y tecnológico, y tercero, que, para

impulsar el progreso científico del ESNI, es más fructífero llevar a cabo un estudio comparativo de varios SNI que describa, compare y ayude a entender los SNI, antes que teorizar sobre ellos (Nelson y Rosenberg 1993: 4).

Ante la negativa de la práctica individual de Nelson de explicitar su teoría de los SNI, ésta puede perfilarse a través de lo que opinan otros autores. Edquist, por ejemplo, señala que la práctica individual de Nelson se basa implícitamente en la teoría evolutiva de la innovación. El siguiente párrafo y el énfasis agregado a los últimos renglones apuntalan esta afirmación:

> "Se debe reconocer, sin embargo, que en Nelson y Rosenberg (1993) no se menciona la teoría evolutiva y que su versión del [SNI] no está por tanto explícitamente basada en la teoría evolutiva. En cualquier caso, en su artículo de 1988 Nelson argumenta que 'en los países capitalistas, el cambio técnico funciona como un proceso evolutivo' (Nelson 1988: 313). En la revisión detallada de la categorización evolutiva de Nelson (1995), no existe nada que indique que ha abandonado la perspectiva evolutiva que él contribuyó a establecer (Nelson y Winter 1977, 1982). *Por consiguiente*, es perfectamente válido *suponer* que la versión del SNI de Nelson se basa *implícitamente* en una teoria evolutiva de la innovación." (Edquist 1997: 9)

Por otra parte, Lundvall, en un intento por organizar la excesiva diversidad de definiciones de SNI, recurrentemente establece una distinción entre una definición "estrecha" de SNI[69], donde coloca a la práctica individual de Nelson, y una definición "amplia" de SNI[70], en la que incluye su propia práctica individual y la primera práctica de consenso del ESNI (Lundvall 1992, 1998, 2003 y 2005).

---

[69]. En su vertiente "estrecha", la definición de SNI sólo incorpora a los organismos e instituciones involucradas en la "búsqueda" y la "exploración". En otras palabras, quienes adoptan esta definición ven a la innovación como un resultado de la actividad científica y empresarial. Según Lundvall (2003), quienes adoptan esta definición ven al SNI como una prolongación de los análisis sobre sistemas científicos y de las políticas científicas nacionales. Por tanto, enfocan sus estudios sobre el SNI en las relaciones sistémicas entre los esfuerzos de I&D dentro de las empresas, las organizaciones de ciencia y tecnología (incluidas las universidades) y las medidas de política de los gobiernos. Esta visión del SNI comúnmente se relaciona con la teoría de la "triple hélice" (para un conocimiento más detallado de esta última teoría, ver Mowery y Oxley 1995; y Etzkowitz y Leydesdorff 2000).

[70]. La definición "amplia" de SNI incluye a todos los actores involucrados en la "búsqueda", la "exploración", y el "aprendizaje basado en la rutina". En otras palabras, quienes adoptan esta definición, consideran, primero, que la innovación se define como un proceso acumulativo continuo que involucra, no únicamente innovación radical e incremental, sino también la difusión, absorción y uso de la innovación. Por otra parte, ellos toman en cuenta un conjunto más amplio de fuentes de innovación. En suma, quines adoptan una definición "amplia" de SNI ven a la innovación como un proceso que refleja, además del aprendizaje derivado de la actividad científica y de la I&D, el aprendizaje interactivo que tiene lugar en conexión con actividades en curso en la producción y las ventas. Por tanto, el análisis tiene su punto de partida en el proceso de producción y en el desarrollo del producto que supone, por ejemplo, que la interacción con usuarios es fundamental para la innovación de producto.

A partir de una comparación entre la práctica individual de Nelson y otras prácticas individuales, McKelvey (1991) y Makar (2007) llevan a cabo un par de evaluaciones fallidas del progreso científico del ESNI y de los aportes de la práctica individual de Nelson al progreso de dicha comunidad científica.

Los trabajos en donde la práctica individual de Nelson aborda el estudio de los SNI (Nelson 1988, 1992, 1996; y Nelson Y Rosenberg 1993) se limitan a i) señalar los orígenes de este sistema, ii) destacar su amplia difusión y la controversia que rodea al concepto SNI, iii) señalar que la definición más amplia de SNI es una forma de describir y analizar el conjunto de instituciones que generan y moldean el crecimiento económico, es decir, una teoría del crecimiento económico en la que la fuerza guiadora clave es la innovación tecnológica (Nelson 1996: 11) y iv) establecer algunos puntos de partida que sirvan como guía para realizar los estudios de caso incluidos en Nelson (1993).

La idea de que el aporte de la práctica individual de Nelson es más empírico que teórico también es apoyada implícitamente por Edquist (1997), porque en ese libro el lugar que se le asigna a la práctica individual de Nelson no está en la Parte II, donde se coloca a quienes han aportado al desarrollo analítico de los sistemas de innovación, sino en la "Parte V. Estudios de Caso de los Sistemas de Innovación". Otros autores (Balzat 2002; y Balzat y Hanusch 2004) refuerzan esta idea señalando que la práctica individual de Nelson constituye, dentro de los "estudios guiados por la investigación", el primer intento por desarrollar análisis empíricos comparativos amplios del desempeño de los SNI.

1.2. Los elementos básicos de la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación de Nelson

Según la práctica individual de Nelson, tres elementos dan confiabilidad a los estudios empíricos sobre los SNI realizados en Nelson (1993).

El primero de ellos es un acuerdo básico sobre la definición de SNI que usan y sobre el significado de los conceptos que lo conforman. En cuanto a la definición de los SNI, la práctica individual de Nelson señala que estos sistemas son una vía para describir y analizar al conjunto de instituciones que generan y moldean el crecimiento económico. En otras palabras, para esta práctica individual

la de los SNI es simplemente una teoría del crecimiento económico en la que la fuerza guiadora clave es la innovación tecnológica (Nelson 1996: 11). Respecto a los componentes individuales del concepto de SNI, la práctica individual de Nelson precisa, primero, que la *innovación* es el proceso que permite a las empresas dominar y poner en práctica diseños de productos y procesos manufactureros que son nuevos para ellas; segundo, que el *sistema* se define como un conjunto de "actores institucionales" cuyas interacciones determinan el desempeño innovador de las empresas; y, tercero, que, ante la creciente globalización, el concepto *nacional* es controversial (Nelson 1992: 349-350).

El segundo elemento que avala los estudios de caso de Nelson (1993) es un acuerdo sobre cómo se lleva a cabo el avance técnico. En este sentido, se señala que el entrelazamiento complejo de ciencia y tecnología ha hecho que los laboratorios de I&D de las empresas sean el *locus* principal donde se lleva a cabo la innovación tecnológica (Nelson y Rosenberg 1993: 5-9).

Por último, el tercer elemento que permite confiar en los estudios de caso contenidos en el libro citado es la aceptación de ciertos procesos y actores institucionales clave involucrados en el proceso de innovación. Para la práctica individual de Nelson, los actores que acompañan a las empresas en el proceso de innovación son las universidades (dotando de entrenamiento formal a científicos e ingenieros, y desarrollando investigación aplicada) y los gobiernos (sus centros de investigación y sus políticas).

En suma, la práctica individual de Nelson señala que, como el objetivo no es sincronizar la teoría con la realidad, sino explorar la utilidad y las limitaciones del concepto SNI, para analizar empíricamente este fenómeno hay dos estrategias. La primera de ellas consiste en proporcionarle a los estudios de caso una guía de puntos a investigar. Y la segunda es, partiendo de una pequeña lista de rasgos fundamentales de los SNI (dotación de I&D, inversión de I&D, rasgos de las empresas y las industrias importantes, papel de las universidades y políticas innovadoras), dejar en libertad a los estudios de caso para que determinen qué factores, organizaciones y políticas perfilan las actividades innovadoras que llevan

a cabo las empresas de un país. Limitaciones de recursos y espacio hicieron que Nelson optara por la segunda estrategia.

1.3. Hechos estilizados identificados por la práctica individual de Nelson

Los principales hechos estilizados obtenidos por la práctica individual de Nelson a través de los estudios de caso son los siguientes:

1) Que, aunque el mantenimiento de los límites nacionales geográfico-políticos ha probado su utilidad a nivel analítico, es evidente que en la realidad los procesos de innovación no pueden ser estrictamente separados entre naciones, primero, porque las actividades de I&D son desarrolladas cada vez más a un nivel internacional y, segundo, porque el conocimiento fluye no únicamente dentro de, sino también a través de, las fronteras nacionales por medio de la movilidad de personal, gracias a la tecnología de comunicación e información o mediante el intercambio internacional de bienes y servicios.[71]
2) Que, aunque los patrones de innovación difieren considerablemente entre las naciones, estas diferencias son hasta cierto punto obvias entre países que han alcanzado una etapa similar de desarrollo económico y entre aquellos países que tienen un régimen político parecido. En otras palabras, la práctica individual de Nelson establece que "Aunque el tamaño y afluencia importan mucho, hasta cierto punto las diferencias en los sistemas de innovación son el reflejo de diferencias en las circunstancias y prioridades políticas y económicas" (Nelson 1993: 507).
3) Que, aunque contribuyen mucho al desempeño innovador de un país, las empresas no son el único factor importante de los SNI, porque las innovaciones producidas por ellas están fuertemente determinadas por las condiciones del marco institucional y por el nivel educacional de la población

[71]. En un artículo reciente, Carlsson desmiente esta conclusión. Al revisar la literatura sobre "internacionalización de los sistemas de innovación", este autor llega a las siguientes conclusiones: 1) hay mucha evidencia para afirmar, con Pavitt, que la actividad innovadora de las empresas está muy influenciada por el SNI de su país; 2) también hay evidencia de que, aunque los SNI se han internacionalizado, las instituciones en las que se apoyan siguen siendo propias del país; 3) los estudios sobre este tema sugieren que existen barreras a la internacionalización de la actividad innovadora; y 4) existen pocos ejemplos de esatrategias nacionales que han logrado superar dichas barreras (Carlsson 2006: 64-65).

del país. Una implicación de este hecho estilizado es que la práctica individual de Nelson considera que el sector público, por influir en la formación, mantenimiento y expansión del *stock* de capital humano de la economía, también juega un papel crucial en los SNI.

4) Las estadísticas de I&D bajas no necesariamente implican desempeño innovador bajo. Este señalamiento confirma la declaración de la práctica individual de Nelson de que la innovación no es solamente el resultado del gasto en I&D formal, sino también de la "infraestructura científica". Este aspecto llevó a la práctica individual de Nelson a discutir las fortalezas y debilidades de los indicadores de innovación, y a apoyar el uso de indicadores de innovación múltiples, cuando se analiza el desempeño innovador de empresas, industrias y países enteros.
5) Que, basado en la estructura históricamente creciente de las economías y de los SNI incrustados en ellas, es difícil transferir las fortalezas de un SNI a otro, sobre todo cuando las naciones comparadas sólo comparten unas cuantas similitudes en cuanto a su tamaño, estructura industrial y ambiente institucional. Este aspecto es muy relevante para los diseñadores de políticas que buscan fortalecer el desempeño innovador de sus naciones.

1.4. Evaluación crítica de la práctica individual de Nelson

Del apartado anterior se puede concluir que, para la práctica individual de Nelson, el concepto de SNI no sólo es una herramienta analítica para estudiar el desarrollo económico, sino también un enfoque con fuerte orientación empírica. Sin embargo, el tratamiento empírico de los SNI de la práctica individual de Nelson tiene algunas insuficiencias. Balzat (2002, 2003) y Balzat y Hanusch (2004) señalan que, entre los problemas más importantes de esta práctica individual, y en general de los primeros análisis empíricos de los SNI, se encuentran los siguientes:

1) Que tiende a hacer un análisis descriptivo de los patrones de innovación – centrándose sobre todo en la identificación y descripción de sus componentes

y en algunas de las relaciones que se establecen entre los componentes principales– y a excluir muestras más grandes de países.

2) Que tiene una propensión a utilizar sólo unos cuantos indicadores de la actividad innovadora (en el caso de los estudios incluidos en Nelson 1993, los indicadores utilizados únicamente fueron la dotación de I&D, la inversión de I&D, los rasgos de las empresas y las industrias importantes, y el papel de las universidades y de las políticas de innovación).
3) Que prefiere analizar la dinámica de los SNI mediante enfoques estáticos o de estática comparada. Esto ha propiciado que la práctica individual de Nelson tenga problemas para trazar la posición tecnológica relativa de las naciones en períodos largos de tiempo, a pesar de que los procesos de *catching-up*, estancamiento, retrazo o nuevo liderazgo tecnológico sean muy importantes.
4) Que no realiza comparaciones del desempeño de los SNI en su conjunto. Esto es sorprendente, porque el asunto ha estado presente en algunos de los principales estudios teóricos de los SNI (por ejemplo, en Lundvall 1992: 6-7; y en Edquist *et al.* 2001: 4).

2. APORTES DE LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE NELSON AL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN

El apartado 1 de este capítulo realizó una reconstrucción del origen de la teoría de los SNI de Nelson y de los rasgos que la distinguen. Esa información permitiría construir el perfil de la práctica individual de este autor, de manera similar a como se edificó la primera práctica de consenso del ESNI. Sin embargo, como el objetivo de la presente investigación es especificar de qué manera ha contribuido la práctica individual de Nelson al progreso científico del ESNI, se concluyó que la descripción pormenorizada de su perfil, en vez de facilitar, entorpecería la claridad expositiva. Por tanto, al igual que en el capítulo III, en este apartado se omite dicha descripción y se opta por identificar y describir únicamente las variedades de progreso científico que ha impulsado la práctica individual de Nelson respecto a la primera práctica de consenso del ESNI.

La contribución de la práctica individual de Nelson al progreso científico del ESNI se concentró en cuatro dimensiones de su primera práctica de consenso: las preguntas significativas, los enunciados aceptados, los esquemas explicativos y la sabiduría experimental. Los sub-apartados 2.1 a 2.4 describen las variedades de progreso científico impulsadas por la práctica individual de Nelson en cada una de estas dimensiones, respectivamente. Al final se expone en qué consistió el progreso en los principios metodológicos impulsado por esta práctica individual (sub-apartado 2.5).

Todos los sub-apartados se construyeron comparando los postulados de cada una de las dimensiones de la primera práctica de consenso del ESNI con los postulados de la práctica individual de Nelson. Para aumentar la claridad expositiva, en algunos casos fue necesario refrescar la memoria del lector introduciendo, antes del ejercicio de comparación, un brevísimo resumen de lo que significa el progreso científico en esa dimensión de la práctica de consenso.

2.1. Progreso erotético impulsado por la práctica individual de Nelson

La presente investigación ha mostrado que a la práctica individual de Nelson no le interesa mejorar conceptualmente al ESNI. Sin embargo, aunque discursivamente reniega de los alcances "teóricos" del concepto de SNI, su propuesta de investigarlos empíricamente implícitamente fomenta el progreso erotético, porque plantea preguntas instrumentalmente significativas. En otras palabras, la práctica individual de Nelson impulsa el progreso científico del ESNI porque plantea "ejemplificar" en un conjunto amplio de países los esquemas explicativos de la primera práctica de consenso de esta comunidad científica, que Freeman sólo había aplicado para analizar el SNI de Japón a fines de los 1980.

Gracias al análisis comparativo, se pudo determinar que la práctica individual de Nelson alentó el progreso erotético del ESNI porque introdujo dos preguntas instrumentalmente significativas:

1. ¿Cuáles son los factores, organizaciones y políticas que perfilan las actividades innovadoras de las empresas en un país?

2. ¿Cuál es la estructura del proceso de innovación nacional y los principales actores involucrados en dicho proceso?

2.2. Progreso en los enunciados aceptados impulsado por la práctica individual de Nelson

El estudio de Nelson (1993), gracias a que llevó a cabo una ejemplificación amplia y un ejercicio comparativo entre varios SNI, arrojó una serie de hechos estilizados sobre estos sistemas. Estos hallazgos significaron un progreso en los enunciados aceptados porque respondieron correctamente a las preguntas instrumentalmente significativas que guiaron el estudio de Nelson.

En este sentido, mediante el análisis comparativo, se determinó que la práctica individual de Nelson estimuló el progreso científico del ESNI porque introdujo cinco nuevos enunciados aceptados sobre los elementos que inciden en el proceso de innovación de las empresas y sobre la estructura de los SNI. A continuación se especifica cómo mejoró la práctica individual de Nelson al ESNI presentando los cinco nuevos enunciados aceptados.

- Enunciado aceptado EA_1 de Nelson: los procesos de innovación rebasan los límites nacionales y subnacionales.
- Enunciado aceptado EA_2 de Nelson: las diferencias en los patrones de innovación de los países responden a las distintas circunstancias y prioridades políticas y económicas de cada país.
- Enunciado aceptado EA_3 de Nelson: la actividad innovadora de las empresas está determinada por el marco institucional y por el nivel educativo de cada país. Por tanto, el gobierno puede influir en los SNI mediante sus políticas públicas.
- Enunciado aceptado EA_4 de Nelson: las principales fuentes de innovación son la I&D formal y la "infraestructura científica".
- Enunciado aceptado EA_5 de Nelson: las fortalezas de un SNI están "localizadas" porque son difícilmente transferibles a otro.

2.3. Progreso explicativo impulsado por la práctica individual de Nelson

La aplicación de la primera práctica de consenso del ESNI a varios estudios de caso también puede interpretarse como un tipo de progreso explicativo porque, según Kitcher, una comunidad científica puede experimentar progreso explicativo cuando generalizan los esquemas explicativos de su práctica de consenso, o sea, cuando aplica sus esquemas a una clase más amplia de casos.

En este sentido, mediante el análisis comparativo, la presente investigación determinó que la práctica individual de Nelson impulsó el progreso explicativo del ESNI porque generalizó los esquemas explicativos de la primera práctica individual del ESNI, es decir, porque los aplicó tanto a países desarrolados grandes y pequeños como a países de reciente industrialización y a países en vías de desarrollo, con el fin de obtener hechos estilizados sobre los SNI que estuvieran avalados por una ejemplificación amplia.

2.4. Progreso en la sabiduría experimental impulsado por la práctica individual de Nelson

La sabiduría experimental se refiere a la propensión de los científicos a interactuar con la naturaleza realizando ciertos experimentos y utilizando ciertos instrumentos. Se experimenta progreso experimental cuando se aplican experimentos que aportan mejores respuestas (enunciados significativos) a las preguntas significativas.

En este sentido, mediante el análisis comparativo, se logró fundar la idea de que la práctica individual de Nelson alentó el progreso en la sabiduría experimental del ESNI en dos sentidos: primero, porque a diferencia de Freeman –quien aplicó su "historia razonada" únicamente a Japón–, para responder sus dos preguntas significativas, la práctica individual de Nelson amplió el rango de estudios de caso al llevar a cabo un estudio comparativo entre distintos SNI. Con esto obtuvo enunciados significativos que son aplicables a un rango más amplio de países. En segundo lugar, el estudio comparativo realizado por la práctica individual de Nelson impulsó el progreso experimental del ESNI porque sujetó la comparación a los siguientes criterios: i) un acuerdo básico en cuanto a la

definición del SNI y de los conceptos que lo conforman), ii) un consenso acerca de cómo se lleva a cabo el cambio técnico y iii) un convenio sobre los procesos que se llevan a cabo y sobre los actores institucionales clave involucrados en los SNI.

2.5. Progreso en los principios metodológicos impulsado por la práctica individual de Nelson

En esta investigación se ha establecido que el progreso en los principios metodológicos de una comunidad científica se revela cuando su práctica de consenso experimenta una o más variedades de progreso.

En este sentido, este apartado ha demostrado que la práctica individual de Nelson es una fuente potencial de progreso para los principios metodológicos del ESNI porque ella ha impulsado cuatro variedades de progreso científico: progreso erotético, progreso en los enunciados aceptados, progreso explicativo y progreso en la sabiduría experimental, en el sentido en que se especificó en los sub-apartados 2.1.a 2.4.

3. CONCLUSIONES

El objetivo de este capítulo fue identificar y exponer las variedades de progreso científico que ha generado la práctica individual de Nelson. Para alcanzar ese objetivo fue necesario, primero, describir la teoría de los SNI de este autor y, segundo, suponer que dicha teoría es la práctica individual de la comunidad científica que comanda esta autoridad en la materia.

Este capítulo es importante porque, junto con el capítulo III, le proporciona a la presente investigación parte de la materia prima que utilizará para evaluar el progreso científico que ha experimentado el ESNI en el período 1982-2010.

Los principales hallazgos del presente capítulo son que la práctica individual de Nelson impulsó el progreso científico principalmente en cuatro dimensiones: en la dimensión de las preguntas significativas, la práctica individual de Nelson impulsó el progreso erotético porque introdujo dos nuevas preguntas instrumentalmente significativas, una sobre los elementos que determinan el proceso de innovación de las empresas, y otra acerca de la estructura de los SNI.

En la dimensión de los enunciados aceptados, esta práctica individual alentó el progreso científico del ESNI porque introdujo cinco nuevos enunciados aceptados que responden sus dos nuevas preguntas instrumentalmente significativas.

En la dimensión de los patrones de argumento general, la práctica individual de Nelson estimuló el progreso conceptual del ESNI porque generalizó los esquemas explicativos de la primera práctica de consenso de esta comunidad científica.

Y en la dimensión de la sabiduría experimental, esta práctica individual impulsó el progreso del ESNI porque realizó por primera vez un estudio comparativo entre distintos SNI siguiendo tres lineamientos claros: i) un acuerdo básico en cuanto a la definición del SNI y de los conceptos que lo conforman), ii) un consenso acerca de cómo se lleva a cabo la innovación y iii) un convenio sobre los procesos que se llevan a cabo en los SNI y sobre sus actores institucionales clave involucrados.

CAPÍTULO V
LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE CHARLES EDQUIST Y SU APORTE AL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN

INTRODUCCIÓN

Para avanzar en la evaluación del progreso científico del ESNI, es indispensable estipular cómo ha ido variando su primera práctica de consenso a partir de la incorporación de las variedades de progreso científico que han impulsado las sub-comunidades que conforman a esta comunidad científica.

Este capítulo se concentra en exponer las contribuciones de la práctica individual de Charles Edquist al progreso científico del ESNI. Para alcanzar este objetivo, se comienza por describir el origen, los elementos básicos y la evolución de esta práctica individual (apartado 1). Posteriormente, se identifican y describen las variedades de progreso científico que impulsó esta sub-comunidad respecto a la primera práctica de consenso del ESNI (apartado 2). Al final se concluye acerca de los aportes de esta sub-comunidad al progreso científico del ESNI (apartado 3).

1. ORIGEN Y ELEMENTOS BÁSICOS Y NOVEDOSOS DE LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE CHARLES EDQUIST

En el capítulo II se propuso que Charles Edquist es una de las autoridades en la materia del ESNI y que él comanda una de las sub-comunidades que conforman a ese enfoque. El presente apartado propone a su vez que –aunque actualmente no está en condiciones de especificar qué autores la constitiyen y de verificar que en verdad Edquist tiene un "reconocimiento de autoridad" en dicha sub-comunidad científica– también es válido suponer que la teoría de los SNI de Edquist es una de las prácticas individuales del ESNI. De ahí que su objetivo sea exponer el origen, los elementos básicos, la evolución y los rasgos distintivos de la teoría de los SNI de Edquist.

Para alcanzar su propósito, este apartado inicia ubicando el Enfoque de los Sistemas de Innovación de Edquist y mostrando que, aunque la intención original de este enfoque era estudiar los sistemas de innovación a nivel general,

recientemente su autor (la autoridad en la materia que lo propuso) lo ha adaptado para estudiar los SNI en particular (sub-apartado 1.1). Después se exponen los aspectos esenciales del Enfoque de los Sistemas de Innovación (ESI), se identifican sus raíces teóricas, se establece su *status* teórico y se resume la propuesta general de la práctica individual de Edquist para impulsar su progreso científico (sub-apartado 1.2). Por último, se muestra que la teoría de los SNI de Edquist consiste en aplicar a nivel nacional el ESI "mejorado" y se describe cómo se lleva a cabo esta adaptación, o sea, cómo esta práctica individual incorpora y despliega su propuesta general al estudio de los SNI (sub-apartado 1.3)

La importancia de este apartado reside en que aporta la materia prima para perfilar la práctica individual de Edquist, de la cual se derivan los aportes de esta sub-comunidad al progreso científico del ESNI.

1.1. El Enfoque de los Sistema de Innovación como herramienta para estudiar los Sistemas Nacionales de Innovación

La presente investigación ha señalado que el ESI fue propuesto por Edquist a fines de los 1990 como una vía para organizar el cúmulo de investigaciones que apareció después de la publicación de los libros de Lundvall (1992) y de Nelson (1993). Pero, ¿por qué surgió el ESI y cómo se relaciona con la teoría de los SNI?

Edquist y McKelvey (2000: xi) señalan que en los 1990 la innovación se volvió un proceso de aprendizaje interactivo crecientemente complejo, donde los agentes involucrados frecuentemente intercambian conocimiento e información por canales que no están mediados por el mercado. Este proceso no es lineal, involucra colaboración y mecanismos de retroalimentación entre una serie de instituciones y de organizaciones, públicas y privadas, y se lleva a cabo a distintos niveles de agregación. En otras palabras, estos autores suscriben que desde los 1990 ha quedado claro que los SNI incluyen otros sub-sistemas, están conectados con otros SNI y llegan a conformar sistemas de innovación supranacionales.

Las afirmaciones de estos autores apoyan la idea de que el ESI no nació como una teoría de los SNI, sino como una vía para analizar el proceso de innovación a cualquier nivel de análisis (nacional, regional, sectorial y tecnológico)

y como una metodología para evaluar críticamente la teoría de los sistemas de innovación.

En este sentido, a primera vista parecería un poco forzado incluir en el ESNI los aportes de la práctica individual de Edquist. Sin embargo, la evaluación crítica de la teoría de los sistemas de innovación, realizada por Edquist (1997), también detonó una revaloración del ESNI que ha derivado en una confrontación intelectual que ha ido subiendo de tono hasta tomar tintes personales (ver, por ejemplo, Lundvall 2005: 15). Esta confrontación obligó a Edquist a perfilar cada vez más su ESI para adaptarlo al estudio de los SNI. Esto es evidente sobre todo en Edquist *et al.* (2000), Edquist (2001, 2004a, 2004b), Edquist y Chaminade (2005) y Edquist y Hommen (2004, 2006), trabajos que prefiguran el Ten Country Project, análisis empírico y comparativo de 10 SNI que estos autores han dado a conocer recientemente (Edquist y Hommen 2006).

La teoría de los SNI de Edquist es una aplicación a nivel nacional del ESI "mejorado", o sea, una versión del ESI que ha sido enriquecida por la sub-comunidad del ESNI que comanda Edquist (cuyos principales representantes participan en el libro editado por este autor junto con Hommen en 2009) y adaptada para analizar los SNI.

1.2. El Enfoque de los Sistemas de Innovación

El objetivo de este sub-apartado es exponer los elementos esenciales del ESI y las propuestas que se han planteado para alentar su progreso científico. Para alcanzar este objetivo, se comienza ubicando al ESI como una extensión de las teorías sistémicas de la innovación (sub-apartado 1.2.1). Después se describe su contenido: las fortalezas y debilidades que le asigna Edquist (sub-apartado 1.2.2) y sus raíces teóricas (sub-apartado 1.2.3). Posteriormente, se evalúa su *status* teórico (sub-apartado 1.2.4). Y por último, se presenta la propuesta general de la práctica individual de Edquist para promover el progreso científico del ESNI (sub-apartado 1.2.5).

1.2.1. El Enfoque de los Sistemas de Innovación y el estudio de la innovación

En Edquist y Hommen (1999) se señala que las teorías de la innovación pueden clasificarse en lineales y sistémicas.

Para las teorías lineales el proceso de innovación es un proceso muy simplista (unidireccional y sin retroalimentaciones), en el cual la ciencia genera tecnología y donde ésta a su vez satisface las necesidades del mercado. A pesar de su simpleza, las estas teoría de la innovación han alcanzado legitimidad gracias a que son consistentes con la noción de "fallas de mercado" de la teoría neoclásica, según la cual la innovación aparece porque dichas fallas de mercado justifican el apoyo del gobierno a la I&D privada, tanto directamente (con subsidios) como indirectamente (con financiamiento de la investigación básica).

Las teorías lineales de la innovación han sido criticadas, primero, porque excluyen los mecanismos básicos de retroalimentación y de prueba-y-error, segundo, porque se ha demostrado que la investigación científica básica no siempre lleva al diseño de innovaciones y, tercero, porque hechos estilizados han mostrado que las innovaciones pueden surgir independientemente de su interacción con la ciencia.

En este sentido, el "*chain-linked-model*" de Kline y Rosenberg (1986) ha demostrado que la trayectoria de la innovación no comienza con la investigación, sino con el diseño, y que esa trayectoria está marcada por mecanismos de retroalimentación múltiple. Este modelo ha sido la base de las teorías sistémicas de la innovación, las cuales reconocen explícitamente que el proceso de innovación involucra interdependencias potencialmente complejas, que hay varios tipos de interacción entre los elementos involucrados en producir innovaciones y que el lado de la demanda tiene tanta o más importancia para el proceso de innovación que el lado de la oferta.

La práctica individual de Edquist sostiene, por su parte, que el ESI es una extensión lógica de las teorías sistémicas de la innovación, en primer lugar, porque adopta una definición amplia de innovación, la cual elabora a partir de la definición de innovación de Schumpeter; en segundo lugar, porque considera que las empresas no innovan en solitario, sino en interacción continua con su

ambiente; y en tercer lugar, porque adopta una definición "amplia" del SNI, según la cual ese sistema incluye todos los factores importantes que perfilan el proceso de innovación: económicos, sociales, políticos organizacionales, institucionales y de otro tipo (Edquist 1997: 14).

1.2.2. Características del Enfoque de los Sistemas de Innovación

En Edquist (1997: 15-29) se señala que el ESI tiene 9 características y que éstas pueden dividirse en "ventajas" y en "problemas". A continuación se resumen dichas propiedades. Las *fortalezas del ESI* se refieren a que este enfoque...:

1. Pone en el centro del análisis a los procesos de innovación y de aprendizaje. Al destacar el aprendizaje, este enfoque acepta que la innovación implica producir nuevo conocimiento o combinar de manera novedosa elementos de conocimiento ya existentes.
2. Adopta una perspectiva holista e interdisciplinaria, primero, porque intenta abarcar todos, o la mayoría de, los determinantes de la innovación; segundo, porque incluye factores de todo tipo: económicos, organizacionales, sociales y políticos; y, tercero, porque abarca todo tipo de innovaciones: de producto y proceso, radicales e incrementales, tecnológicas y organizacionales, institucionales y de servicios.
3. Asume una perspectiva histórica al aceptar que la innovación se desarrolla en el tiempo, se ve afectada por muchos factores y retroalimentaciones, y frecuentemente es *path-dependent* (dependiente de la trayectoria). Esto le permite proponer que los sistemas de innovación pueden explicarse como una co-evolución dinámica entre conocimiento, innovaciones, organizaciones e instituciones.
4. Elige una visión evolutiva porque enfatiza las diferencias entre distintos sistemas de innovación y porque considera irrelevante la noción de optimalidad. Desde este punto de vista, la naturaleza abierta y *path-dependent* de los procesos de aprendizaje impide especificar un sistema de innovación "óptimo" y comparar sistemas de innovación reales con dicho sistema de innovación. Sin embargo, la evaluación de los sistemas de innovación sí puede

y debe llevarse a cabo mediante comparaciones entre sistemas de innovación "reales".

5. Resalta la interdependencia y la no-linealidad. Esto implica, por una parte, reconocer que el proceso de innovación involucra relaciones complejas entre agentes, las cuales están basadas en mecanismos de reciprocidad y retroalimentación, y, por otra, aceptar que este proceso se lleva a cabo en un contexto caracterizado por la existencia de leyes, reglas, regulaciones, normas y hábitos culturales. En otras palabras, el ESI propone que las empresas innovan interactuado con otras empresas y organizaciones mediante relaciones complejas que incluyen retroalimentación, colaboración y confianza.
6. Adopta una definición amplia de innovación.
7. Al igual que las demás prácticas individuales del ESNI, destaca el papel de las instituciones en el proceso de innovación. Sin embargo, este enfoque reconoce la persistencia de "ambigüedad conceptual" respecto al significado del término clave "institución".

Las *debilidades* que identificó Edquist en el ESI se refieren a que...:

1. Mantiene "ambigüedad o pluralismo conceptual", primero, porque los miembros de esta comunidad científica le asignan distintos significados a un solo término, segundo, porque no ha alcanzado una definición consensuada de sistema de innovación, y, tercero, porque no ha especificado los límites de los sistemas de innovación: no ha demarcado claramente este sistema y su contexto.
2. El ESI no se ha constituido en una teoría formal, en el sentido de que no ha hecho proposiciones acerca de relaciones estables entre variables cuantitativas bien definidas. Por tanto, siguee siendo un "marco conceptual", "una red muy amplia" que intenta captar el proceso de innovación, sus determinantes y algunas de sus consecuencias en el crecimiento económico.

1.2.3. Raíces teóricas del Enfoque de los Sistemas de Innovación

En Edquist y Hommen (1999) se señala que, *a nivel general,* el ESI abreva de tres fuentes teóricas.

La primera de ellas es la *teoría del aprendizaje interactivo*. De esta teoría, la este enfoque retoma tres elementos: i) que el proceso de innovación no solo involucra *arm's lenght relationships*,[72] sino que también es resultado de otro tipo de relaciones, ii) que es indispensable adoptar una visión "amplia" de sistema de innovación y iii) que es necesario aceptar que el aprendizaje "rutinario" es otra fuente de innovación que complementa a las actividades de búsqueda y a la investigación científica (Lundvall 1985 y 1988, Burns y Stalker 1961, Tushman 1977, Cohen y Levintal 1990, Freeman y Pérez 1988).

La segunda fuente teórica general del ESI es la *teoría evolutiva del cambio técnico*, elaborada por Nelson y Winter (1977, 1982). Para explicar el proceso de innovación, el ESI rescata de esta teoría los siguientes elementos básicos de la evolución biológica: i) los agentes innovadores son similares a los genotipos, ii) las innovaciones son mecanismos que crean diversidad y, por tanto, son similareas a las mutaciones,[73] iii) el proceso de innovación abarca mecanismos para reducir la diversidad, los cuales funcionan seleccionando a las entidades del sistema,[74] y iv) el proceso de innovación también comprende mecanismos de retroalimentación que permiten que los mecanismos de selección generen nuevas innovaciones.

Y la tercera fuente teórica general de este enfoque es la *teoría institucionalista*. Esta teoría es importante para el ESI porque apoya la idea de que en el proceso de innovación también actúan "mecanismos de selección" distintos al mercado. Un trabajo fundamental en este sentido es el del Edquist y Johnson (1997).

A nivel particular, el ESI reconoce como "precursores teóricos" o "paradigmas de autoridad" a otras cuatro teorías y modelos

El primero de ellos es el *Chain-linked Model* ("Modelo de la cadena ligada"). En cuanto al tema de la interdependencia y la interacción, el ESI reconoce en

---

[72]. En este tipo de relaciones los agentes actúan de manera independiente, o sea, no establecen relaciones unos con otros; y por otra. Se supone que esto asegura, por una parte, que las partes involucradas actúen buscando su propio interés, y, por otra, que ninguna de ellas sea presionada o coaccionada por sus contrapartes. Respecto a este tipo de relaciones, se puede revisar Crémer (1995).

[73]. Estos mecanismos incluyen elementos aleatorios, pero también elementos predecibles.

[74]. Estos mecanismos pueden ser el mercado, las politicas o las instituciones.

primer lugar la influencia del *Chain-linked Model*, propuesto por Kline y Rosenberg (1986). Según Edquist, este modelo prefigura el ESI porque –a diferencia de la economía convencional– resalta la importancia de las innovaciones de producto, el carácter estructural de las relaciones entre empresas, y la "estabilidad" y la "estructura del vínculo" (Andersen 1992: 82). En otras palabras, el *Chain-linked Model* señala, por un lado, que para generar innovaciones de producto es esencial tomar en cuenta la no-linealidad y el papel que juega la demanda; y por otro, que las innovaciones de producto no provienen de la investigación sino del diseño, de la interacción inter-empresa, de la coordinación entre las empresas y otros actores, y del impulso del gobierno.

El segundo precursor teórico individual del ESI es el *Distributed Process Model* ("Modelo del proceso distribuido"). Este modelo, propuesto originalmente por von Hippel (1988), se configura con postulados que provienen de dos teorías: la "teoría de las cadenas de innovación" y la teoría de la "variación en las fuentes de innovación". El *Distributed Process Model* propone fundamentalmente que la innovación de producto puede moverse estratégicamente, alterando las estructuras de incentivos y reordenando las relaciones entre usuarios y productores.

La tercera fuente teórica particular de este enfoque es el *análisis de redes*. El hecho de que la teoría del aprendizaje interactivo enfatizara fuertemente el análisis institucional, llevó a identificar un campo más amplio de relaciones económicas y de actividades innovadoras que no pertenecen al mercado ni a la jerarquía. Esto, a su vez, introdujo otra fuente teórica en el ESI: la teoría de las redes de innovadores. Esta teoría establece que las redes son una forma especial de organización económica, distinta a la del mercado y la jerarquía. Gran parte de la investigación sobre redes aborda temas tales como el aprendizaje y la innovación. Debido a su interés por estudiar los patrones de las estructuras de vinculación entre empresas y otras organizaciones dentro de mercados fragmentados, donde un tema fundamental es la investigación de las relaciones verticales y horizontales dentro de las redes, el trabajo de Håkansson (1989) ha sido muy influyente en el ESI.

Finalmente, el cuarto "paradigma de autoridad" específico del ESI es la *teoría del bloque de desarrollo*. Esta teoría fue propuesta Dàhmen (1950/1970) y se alimenta de tres ideas básicas: primera, que existen barreras en las redes de innovación que dificultan la comunicación entre productores-productos-usuarios, segunda, que se necesitan habilidades de coordinación y alcance de la I&D para superar esas barreras; y, tercera, que el "empresario innovador" (portador de esas habilidades) es fundamental para el éxito del proceso de innovación.[75]

1.2.4. *Status* teórico del Enfoque de los Sistemas de Innovación

Luego evaluar la teoría de los sistemas de innovación y de coordinar su segundo libro sobre los el tema (el cual consta de dos tomos), a principios de los 2000 el ESI comenzó a ser más propositivo en cuanto a cómo impulsar el progreso científico del ESI. En otras palabras, desde ese entonces la sub-comunidad científica comandada por Edquist tendió a abandonar la visión general de los sistemas de innovación y orientar el ESI hacia el análisis de los SNI. Así es como la práctica individual de Edquist llegó a hacer propuestas para impulsar el ESNI y para desmarcarse de las teorías de los SNI de otros autores.

El punto de partida de la práctica individual de Edquist fue establecer el *status* teórico del ESI. En este sentido, esta práctica individual sostiene que existen varias posiciones respecto al *status* teórico de ESI y a la manera de cómo impulsar su progreso científico. Una de ellas, la más radical, propone desecharlo porque considera que en las ciencias sociales no es posible llegar a diseñar una "teoria general formalizada" (ver Mjøset 2002).

---

[75]. Estas ideas le permitieron a Dàhmen proponer que las brechas tecnológicas son reveladas por los precios y los costos, pero también por otras señales que son intercambiadas por los agentes de una red de innovación, que estas brechas provocan "tensiones estructurales", las cuales son enfrentadas mediante mayor coordinación y vinculación entre los actores. Por otra parte, según Dàhmen, al tratar de eliminar las tensiones estructurales, el empresario innovador puede generar nuevas tensiones si exagera en la coordinación y vinculación. El efecto nocivo de la actuación equivocada del empresario innovador depende del tamaño de mercado y del nivel de desarrollo de la tecnología fundamental. En suma, cuando un bloque de desarrollo se ha saturado o sobre-acumulado, los empresarios innovadores ya afianzados en el mercado pueden optar por la "adaptación forzada" o por la "destrucción creadora" (ver Andersen 1992, Dàhmen 1950/1970, Edquist y Lundvall 1993).

Otra propuesta es que las desventajas del ESI pueden llegar a ser una fortaleza, en la medida de que, al ser una teoría apreciativa tan flexible y amplia, puede servir como un marco conceptual para organizar el conocimiento.[76]

Dentro de esta polémica, la postura de la práctica individual de Edquist es que el ESI requiere precisar su terminología, su definición de SNI y sus límites, es decir, debe esforzarse por pasar de ser un simple "enfoque" a ser una verdadera *teoría formal.*[77]

En palabras de Mjoset (2003), la práctica individual de Edquist asume una *posición optimista ante la ciencia*, similar a la que predomina en las ciencias naturales, que la lleva a concluir que la teoría de los sistemas de innovación no cumple con los requisitos nomológicos-deductivos mínimos como para considerarse una ciencia, ni siquiera en esa primera fase denominada *teoría apreciativa.*[78] Por tanto, esta práctica individual prefiere concebirla como un "esquema conceptual" o "enfoque", que comparativamente sería una fase previa a la teoría apreciativa, y pugnar porque el ESI impulse su progreso científico.[79]

1.2.5. Propuesta general para impulsar el progreso científico del Enfoque de los Sistemas de Innovación

La práctica individual de Edquist señala que, para alentar el progreso científico del ESI, para lograr que este enfoque se parezca más a una teoría formal, se debe incrementar su "rigor y especificidad" de la siguiente manera.

Primero, identificando sus variables dependientes e independientes, o sea, haciendo una distinción entre "determinantes del sistema de innovación",

---

[76]. Una variante de esta posición es la de Lundvall quien, como vimos, sostiene que la del SNI sí es una teoría, pero no en el sentido nomológico-deductivo, sino en el de *grounded theory*.

[77]. Este tipo de teorías son estructuras abstractas expresadas en forma altamente estilizada capaces de explorar, encontrar y revisar conexiones lógicas entre unos cuantos componentes. En otras palabras, las teorías formales, por una parte, introducen precisión conceptual y claridad, y por otra, identifican variables dependientes e independientes y las relaciones que establecen entre ellas.

[78]. Este tipo de teoría se basa en el trabajo empírico, es una guía para la investigación futura y se expresa verbalmente destacando ciertas variables y relaciones.

[79]. Al igual que Edquist, la OECD (2002: 11) expresa que "aún hay preocupaciones entre los *policy makers* sobre si el ESI tiene muy poco valor operacional y sobre si es difícil implementarlo". En este mismo sentido se pronuncia Fischer (2001: 213-214).

"propensión a innovar" (innovaciones) y "consecuencias del sistema de innovación". La figura 5.1. ilustra esta propuesta.

Figura 5.1. *Determinantes y Consecuencias de los Sistemas de Innovación*

Fuente: Elaboración propia.

Segundo, reconociendo que el ESI no ha avanzado en el análisis ni en el conocimiento sistemático y detallado de los determinantes (variables independientes) y de las consecuencias (variable independiente) de los sistemas de innovación.

Tercero, clarificando el significado tanto del concepto de innovación como de los "determinantes del proceso de innovación" (variable independiente).

Y finalmente, especificando que el ESI excluye la variable dependiente, o sea, no toma en cuenta las consecuencias de los sistemas de innovación.

1.3. La teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación de Charles Edquist

Una crítica de la práctica individual de Edquist es que, por concentrarse en definir su estructura, el ESNI no ha explicado cómo funcionan los SNI.

En este sentido, el principal aporte de esta práctica individual al progreso científico del ESNI es que propone una vía para explicar la dinámica de los SNI.

Si se acepta la idea de que la teoría de los SNI de Edquist es la aplicación a nivel nacional del ESI "mejorado", entonces, siguiendo el esquema propuesto en la figura 5.1, es válido decir que esta teoría establece que el funcionamiento de los SNI depende de la interrelación entre sus variables independientes (determinantes del proceso de innovación), de su propensión a innovar y de sus variables dependientes (consecuencias del proceso de innovación). En este mismo sentido, la práctica individual de Edquist señala desde un primer momento que su explicación del funcionamiento de los SNI excluye las variables dependientes. En otras palabras, la teoría de los SNI de Edquist privilegia, se concentra en, la

interrelación entre los "determinantes del proceso de innovación" y la "propensión a innovar".

El objetivo de este sub-apartado es especificar los elementos fundamentales de la teoría de los SNI de Edquist y sus propuestas para impulsar el progreso científico del ESNI. Como se desprende del párrafo anterior, para alcanzar este objetivo se necesita avanzar en tres direcciones. En primer lugar, es necesario ubicar y caracterizar a nivel general la teoría de los SNI de Edquist (sub-apartado 1.3.1). En segundo lugar, se necesita clarificar los conceptos de innovación, proceso de innovación y propensión a innovar (sub-apartado 1.3.2). Y en tercer lugar, es indispensable profundizar en el estudio de los determinantes de los SNI (sub-apartado 1.3.3).

1.3.1. Ubicación y caracterización general de la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación de Edquist

La práctica individual de Edquist sostiene que en el ESNI se ha privilegiado la definición de los SNI basada en sus "determinantes"[80] por sobre la definición basada en sus consecuencias. Sin embargo, a la hora de investigar dichos "determinantes", la mayoría de los autores de este enfoque se ha orientado principalmente hacia la descripción de su estructura, o sea, hacia el inventario de los componentes de los SNI y de las relaciones que establecen entre ellos.

Siguiendo la tendencia prevaleciente en el ESNI, esta práctica individual también adopta una definición de los SNI basada en los determinantes, pero a diferencia de otras prácticas individuales, opta, por una parte, por ampliar los límites de los SNI hasta incluir a "todos los factores económicos, sociales, políticos, organizacionales, tecnológicos y de otro tipo que influyen en el desarrollo, difusión y uso de innovaciones" (Edquis 1997: 14) y, por otra, por analizar dichos determinantes con base en "las actividades" de los SNI.

Al moverse más allá de la composición de los SNI, la práctica individual de Edquist trata de superar el plano descriptivo y de abordar explícitamente la dinámica de los SNI, es decir, de explicar "lo que ocurre dentro de estos sistemas".

[80]. Freeman (1987: 1) habla de las "actividades" que realizan las "instituciones" para producir "nuevas tecnologías". Lundvall (1992: 12), por su parte, se refiere a "las partes y aspectos" que afectan el aprendizaje, la búsqueda y la exploración. Por último, Carlsson (1995: 7) alude al "propósito" de los agentes para innovar.

Las preguntas que guían a esta práctica individual son: ¿Qué hacen las organizaciones en el proceso de innovación?, ¿cómo perfilan las instituciones la actividad de las organizaciones en el proceso de innovación?, ¿qué papel juegan las relaciones en el proceso de innovación?, ¿cuál es la función general de los SNI?

La práctica individual de Edquist ya había tratado de responder estas preguntas a fines de los 1990, pero en ese entonces sus referencias a las "actividades" y las "funciones" sólo eran intuiciones que no fueron discutidas de manera sistemática (Edquist 1997: 15, 17 y 19).

Desde 2001, para subsanar las limitaciones del ESNI en cuanto a su exploración de la dinámica de los SNI, esta práctica individual ha elaborado una teoría de los SNI "basada en las actividades". El punto de partida de esta teoría es la "clarificación" del concepto de "sistema". Siguiendo a Ingelstam (2002: 19), la práctica individual de Edquist señala, primero, que un *grupo de componentes* y las *relaciones que establecen entre ellos* se consideran un "sistema" cuando forman una *totalidad coherente*, o sea, cuando adquieren en conjunto propiedades distintas a las que tienen cada uno de ellos por separado; segundo, que todos los sistemas tienen una *función* o propósito, es decir, llevan a cabo o persiguen algo; tercero, un sistema es tal cuando es posible *establecer claramente sus límites*; y cuarto, por lo regular los sistemas son "abiertos", o sea, sólo en casos excepcionales los sistemas son "cerrados" en el sentido de que no tienen nada que ver con el resto del mundo o de que abarcan al mundo en su totalidad.

En sentido estricto, la propuesta de la práctica individual de Edquist para impulsar el progreso científico del ESNI implicaría especificar todos los componentes y relaciones de los SNI y clarificar el significado de la propensión a innovar. Sin embargo, esta práctica individual acepta que, en el presente estado del arte, este objetivo es poco realista. Por eso señala que, en la actualidad, no se trata de convertir al ESNI en una teoría general, sino de volverlo un enfoque más claro y consistente que sirva como base para elaborar hipótesis acerca de las relaciones que establecen algunas variables específicas de los SNI. En este sentido, para impulsar el progreso científico del ESNI, la práctica individual de

Edquist propone: i) establecer la diferencia entre innovación, proceso de innovación y propensión a innovar, ii) clarificar los siguientes términos clave: componentes *principales* de los SNI, función general de los SNI, actividades principales de los SNI y iii) especificar cómo se relacionan los componentes de los SNI con las actividades que realizan cada uno de ellos y proponer una vía para aplicar empíricamente la teoría de los SNI de Edquist. Lo que resta de este sub-apartado se dedica a exponer la contribución de esta práctica individual al progreso científico del ESNI.

1.3.2. Innovación, proceso de innovación y "propensión a innovar"

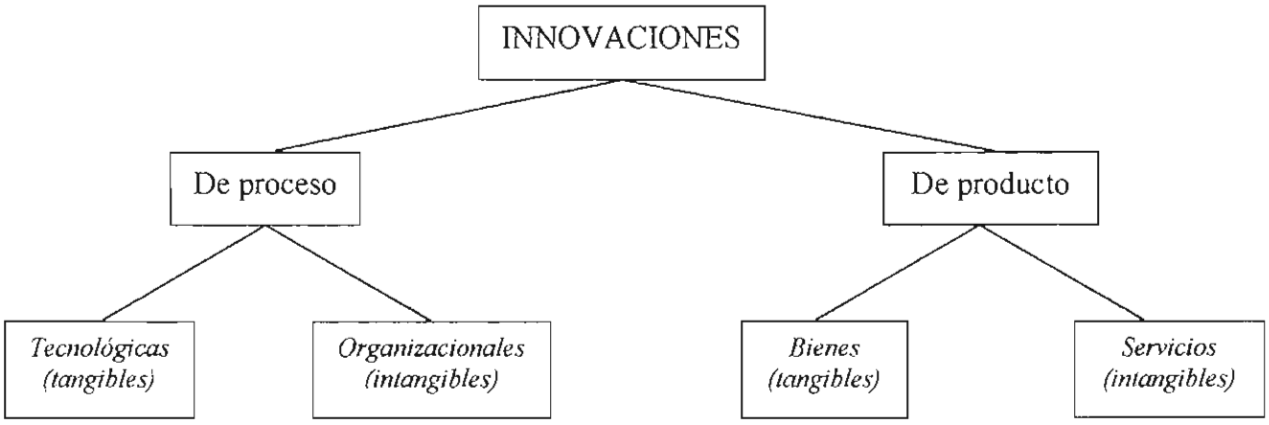
La presente investigación ha establecido que la primera práctica de consenso del ESNI no se refiere a *innovaciones*, sino únicamente a *cambio tecnológico*, es decir, dicha práctica de consenso limita el concepto de innovación a las "innovaciones tecnológicas de proceso".

La práctica individual de Edquist señala, en contraste, que la definición de innovación que adopta la primera práctica de consenso del ESNI impide identificar los determinantes de los SNI y especificar sus límites y que, para impulsar el progreso científico de este enfoque, para convertirlo en una verdadera teoría formal, es necesario ampliar y clarificar el concepto de innovación a partir de la noción de innovación de Schumpeter.

En este sentido, esta práctica individual define a la *innovación* como una "nueva creación económicamente útil" (con trascendencia económica), desarrollada principalmente por una empresa a partir de la combinación de "elementos de conocimiento" ya existentes. Por otra parte, las innovaciones pueden asumir tres formas: innovación incremental (cambio continuo), innovación radical (cambio discontinuo) y cambio de paradigma. Además, las "nuevas creaciones" se dividen en innovaciones de producto e innovaciones de proceso. Las *innovaciones de producto* hacen referencia a *lo que es* producido, es decir, se definen como las nuevas (o mejores) mercancías y servicios creados para ser vendidos. Las *innovaciones de proceso* aluden a *cómo son* producidos los bienes existentes (mercancías y servicios), o sea, especifican las nuevas formas de

producir bienes y servicios, y pueden ser tecnológicas y organizacionales (para una exposición más completa del concepto de innovación que asume la práctica individual de Edquist, y de la taxonomía de innovaciones que propone, ver Edquist *et al.* [2001: 10-19], y la figura 5.2.).

Figura 5.2. *Taxonomía de Innovaciones de Edquist*



Fuente: Tomado de Edquist *et al.* (2001: 19)

Más allá de la taxonomía de las innovaciones que propone, la práctica individual de Edquist también señala que la creación y la difusión de innovaciones son procesos distintos, porque hay una diferencia entre innovaciones que "son nuevas para el mercado" e innovaciones que "son nuevas para la empresa". En el primer caso se habla de creación de innovaciones, y en el segundo, de difusión de innovaciones. En otras palabras, la esta práctica individual establece una distinción entre innovación y proceso de innovación. En este sentido, esta práctica individual define al *proceso de innovación* como el mecanismo a través del cual se generan las innovaciones, y no se limita a la producción de innovaciones radicales, sino que incluye también la difusión de éstas y la creación, a partir de ellas, de innovaciones incrementales y mejoras. Para esta práctica individual el de la innovación es un *proceso evolutivo*, perfilado por la interacción entre empresas (agentes innovadores), por la interacción entre empresas y otras organizaciones, y por la interacción entre empresas y organizaciones con el marco institucional. Por otra parte, esta práctica individual establece que el proceso de innovación también es *complejo* por tres razones: i) porque abarca la *producción/difusión/combinación*

novedosa de elementos de conocimiento, ii) porque incluye la *traducción* de dicho conocimiento en nuevos productos y procesos y iii) porque la fase de *traducción* no es un proceso *lineal* (del tipo investigación básica → investigación aplicada → desarrollo → implementación), sino uno que incluye mecanismos de retroalimentación y relaciones interactivas complicadas entre ciencia, tecnología, aprendizaje, producción, instituciones, organizaciones, política y demanda.

Por último, esta práctica individual distingue entre proceso de innovación y *propensión a innovar*, definiendo a esta última como el "nivel y características de las innovaciones de un país" y proponiendo que el tema central del ESNI es la propensión a innovar, la cual depende de los "determinantes" del proceso de innovación (Edquist y Hommen 2004).

Para finalizar, es pertinente acotar que esta práctica individual sólo considera como innovaciones a las de producto y proceso. En otras palabras, para la práctica individual de Edquist los nuevos mercados, los nuevos resultados de investigación, las nuevas organizaciones y las nuevas instituciones no son "innovaciones", sino "actividades" que influyen en el desarrollo, difusión y uso de innovaciones de producto y de proceso. Estas actividades son algunos de los determinantes de la propensión a innovar de los SNI.

Un corolario de la definición de innovación de esta práctica individual es que, para impulsar el progreso científico del ESNI, es indispensable profundizar tanto en la estructura de los SNI como en las relaciones que establecen sus componentes.

1.3.3. Los "determinantes" de los Sistemas Nacionales de Innovación

La presente investigación ha establecido que la propuesta principal de la práctica individual de Edquist para impulsar el progreso científico del ESNI es profundizar en el funcionamiento de los SNI a tavés de los "determinantes" del proceso de innovación. Para avanzar en el entendimiento de la dinámica de los SNI, el presente sub-apartado identifica y caracteriza los componentes principales de los SNI (sub-apartado 1.3.3.1), establece cuál es la función general de los SNI (sub-apartado 1.3.3.2), localiza y define las actividades de los SNI (1.3.3.3.), explica

cómo se relacionan los componentes principales de los SNI con la actividad que realiza cada uno de ellos (1.3.3.4) y propone una nueva forma de aplicar empíricamente la teoría de los SNI de Edquist (1.3.3.5).

1.3.3.1. Los componentes principales de los Sistemas Nacionales de Innovación y sus relaciones

Los primeros estudios del ESNI se centraron en la identificación y en la caracterización de los componentes de los SNI y de las relaciones que establecen entre ellos. Dichos estudios llegaron a establecer que los principales componentes de los SNI son las *organizaciones* y las *instituciones*. Sin embargo, como se señaló en Edquist (1997), el ESI experimenta "ambigüedad o pluralismo conceptual" porque no definido claramente dichos componentes ni caracterizado sus relaciones. Por ejemplo, mientras para la primera práctica de consenso y para la práctica individual de Nelson las instituciones simplemente son distintos tipos de organizaciones, para la práctica individual de Lundvall las instituciones son "las reglas del juego".

La práctica individual de Edquist trata de aliviar este escollo, en primer lugar, especificando el significado de los componentes principales de los SNI. Siguiendo la tradición de Douglas North, para esta práctica individual las *organizaciones* son estructuras formales construidas conscientemente con un propósito específico (Edquist y Johnson 1997: 46-47). Dentro de los SNI, las organizaciones son los *actores* o *jugadores* que llevan a cabo o que apoyan los procesos de innovación. Ejemplos de organizaciones son las empresas, universidades, organizaciones de capital compartido, agencias públicas responsables de la política de innovación. En el mismo sentido, para la práctica individual de Edquist las *instituciones* son un conjunto de hábitos, rutinas, prácticas establecidas, reglas o leyes que regulan las relaciones e interacciones que se establecen entre individuos, grupos y organizaciones (Edquist y Johnson 1997: 46). Dentro de los SNI, las instituciones son *las reglas del juego* que perfilan (facilitan u obstaculizan) los procesos de innovación. La práctica individual de Edquist señala, sin embargo, que más allá de la clarificación del significado de los componentes del SNI, sigue siendo problemático especificar cuáles

organizaciones e instituciones se encuentran dentro de los límites de los SNI, porque esto depende de la especialización productiva y de los recursos de cada país.

Esta práctica individual también trata de aliviar la ambigüedad conceptual que prevalece en el ESNI avanzando en la caracterización de las interacciones de los componentes de los SNI, o sea, de las relaciones que establecen las *organizaciones entre sí y con las instituciones* (Edquist 2001, Edquist 2004).

En cuanto a las *relaciones entre organizaciones*, la práctica individual de Edquist sostiene que éstas son importantes para los procesos de aprendizaje, pero también que el aprendizaje interactivo involucra un tipo de intercambio de conocimiento y colaboración que no puede manejarse únicamente mediante transacciones de mercado. En otras palabras, esta práctica individual establece que las relaciones entre organizaciones se engloban en el concepto de interacción, el cual incluye las relaciones de competencia, las transacciones y el establecimiento de redes.[81] Esta propuesta se apoya en trabajos empíricos y en teorías tales como la del aprendizaje interactivo (Lundvall 1985) y la de la capacidad innovadora nacional (Furman, Porter y Stern 2002).

En cuanto a las relaciones entre *organizaciones e instituciones*, la práctica individual de Edquist señala que éstas son importantes tanto para la innovación como para la operación de los SNI y además propone una taxonomía compuesta por cinco tipos de relaciones:

1. La relación más reconocida en el ESNI es la que, siguiendo a North (1990), hace referencia a una mutua incorporación entre organizaciones e instituciones, es decir, a que las instituciones "perfilan" el comportamiento de las organizaciones y, a su vez, son modificadas por éstas (Edquist y Johnson 1997: 59-60).
2. Las organizaciones tienen incorporadas "instituciones" (tales como las rutinas organizacionales), que perfilan el comportamiento de los agentes que las componen.

[81]. Según la OECD, éste es un proceso a través del cual se transfiere conocimiento mediante la colaboración, la cooperación, y los arreglos de red de largo plazo (OECD 2002: 15).

3. Algunas organizaciones generan instituciones para influir en otras organizaciones. Por ejemplo, las organizaciones públicas, que elaboran reglas de política de innovación para tratar de perfilar el desempeño de los agentes innovadores o empresas (Edquist 1997: 60).
4. Algunas instituciones crean organizaciones. Por ejemplo, cuando un gobierno se ve obligado a crear un organismo público para ejecutar las leyes sobre la propiedad intelectual.
5. Instituciones de distinto tipo pueden relacionarse entre sí.[82]

Estos cinco tipos de relaciones llevan a la práctica individual de Edquist a concluir que las relaciones entre organizaciones e instituciones son al mismo tiempo un proceso complejo, que se verifica en distintos niveles, y un desafío, porque el conocimiento acerca de ellas es todavía muy limitado en el ESNI (Edquist 2004).

1.3.3.2. Función general y determinantes de los Sistemas Nacionales de Innovación

La práctica individual de Edquist señala que una causa del estancamiento teórico del ESNI es que se ha enfocado en la descripción de los componentes y de las relaciones de los SNI, dejando de lado el análisis de su dinámica: lo que ocurre dentro de él (Edquist 2001). Adicionalmente, propone una serie de pasos para subsanar este problema. El primero de ellos es adoptar una definición de SNI que gire en torno a los "determinantes" del proceso de innovación; el segundo, es incorporar a la teoría de los SNI el "principio básico" de la Teoría General de Sistemas que establece que todo sistema posee una función, o sea, que todo sistema desempeña o busca algo; y, el tercero, es aceptar el supuesto de que la función general de un sistema depende de, está determinada por, la realización de una serie de actividades. De tal forma que, si se establecen las actividades que ejecuta ese sistema, se estarán revelando al mismo tiempo sus "determinantes", "lo que ocurre dentro de él".

En otras palabras, la práctica individual de Edquist apunta que, para impulsar el progreso científico del ESNI, es necesario especificar tanto la función

[82]. Para un análisis más profundo de estas interrelaciones ver Coriat y Weinstein (2002: 280)

principal de los SNI como las sub-funciones o actividades que le permiten desempeñar esa función. En este sentido, esta práctica individual establece, primero, que la *función principal o general* de los SNI es llevar a cabo el proceso de innovación, o sea, generar y difundir innovaciones; segundo, que los determinantes de los SNI son los factores que perfilan el proceso de innovación, y, tercero, que las "actividades" o sub-funciones de los SNI permiten inferir cuáles son esos determinantes.

Antes de continuar con la historia, taxonomía y características de las "actividades" (elemento fundamental de la teoría de los SNI de Edquist), es importante hacer un recuento de los términos clave de esta teoría. En el cuadro 5.1. se resumen esos términos clave.

Cuadro 5.1. *Términos clave de la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación de Edquist*

Innovaciones	Nuevas creaciones con importancia económica, elaboradas principalmente por empresas (pero no por sí solas). Incluyen innovaciones de producto e innovaciones de proceso.[1]
Innovaciones de producto	Bienes materiales y servicios intangibles nuevos o mejorados; se refieren a *lo que es* producido.[2]
Innovaciones de proceso	Nuevas formas de producir bienes y servicios. Pueden ser tecnológicas u organizacionales; se refieren a *cómo son* producidas las cosas.[3]
Creación versus difusión de innovaciones	Esta dicotomía se basa parcialmente en una distinción entre innovaciones que son "nuevas para el mercado" (totalmente nuevas o globalmente nuevas) e innovaciones que son "nuevas para la empresa" (adoptadas por, o difundidas hacia, otras empresas, países o regiones). En otras palabras, las innovaciones "nuevas-para-la-empresa" son (principalmente) un indicador de la difusión de las innovaciones. Para muchos países pequeños, la difusión (absorción) es más importante que la creación de nuevas innovaciones.[4]
Sistema de Innovación (SI)	Determinantes de los procesos de innovación –es decir, todos los factores importantes económicos, sociales, políticos, organizacionales, institucionales, y de otro tipo, que perfilan el desarrollo y difusión de las innovaciones.[5]
Componentes del SI	Organizaciones e instituciones.[6]
Constituyentes del SI	Los componentes del SI más las relaciones que establecen entre ellos.[7]
Función principal del SI	Llevar a cabo el proceso de innovación.[8]
Actividades en el SI	Factores que perfilan el desarrollo y difusión de las innovaciones. Son lo mismo que los determinantes de la función principal. La misma actividad puede ser desempeñada por varios tipos de organizaciones y una misma organización puede llevar a cabo más de una actividad.[9]
Organizaciones	Estructuras formales creadas conscientemente que tienen un propósito explícito. Son los jugadores o actores.[10]
Instituciones	Conjunto de hábitos, normas, rutinas, prácticas establecidas, reglas o leyes comunes que regulan las relaciones e interacciones entre individuos, grupos y organizaciones. Son las reglas del juego.[11]
Política de Innovación	Acciones de las organizaciones públicas que perfilan el desarrollo y difusión de las innovaciones.[12]

Notas y fuentes:

1. Esta definición y las siguientes están basadas en Edquist (2001: capítulo 2). En contraste, la taxonomía de las innovaciones se basa en Scumpeter (19121934/1983).
2. En esta taxonomía, sólo las innovaciones de producto y de proceso son materiales; las demás categorías son intangibles.
3. Aquí sólo las innovaciones de producto y proceso son consideradas como innovaciones.
4. También se debe distinguir entre innovaciones radicales e incrementales y entre innovaciones basadas en la ciencia e innovaciones basadas en la experiencia (ver Edquist et al. 2001: Apéndice C).
5. Definición tomada de Edquist (1997: 14).
6. Ver Edquist (1997: 113-115), Edquist (2004a: 189) y Edquist y Johnson (1997: 60-61).
7. Ver Edquist (2004a 187).
8. Ver Edquist 2004a: 190).
9. Ver Edquist (2004a: 189-191).
10. Ver Edquist y Johnson (1997: 47).
11. Edquist y Johnson (1997: 47).
12. Ver Edquist (2001: 19).

Fuente: Adaptación de Edquist y Hommen (2009: 8-9)

1.3.3.3. Las actividades de los Sistemas Nacionales de Innovación

Este apartado revisa cómo se ha abordado en el ESNI el tema de las "actividades" de los SNI, agrupa las distintas propuestas y resume el enfoque de la práctica individual de Edquist, el cual se basa en los demás.

ESTADO DEL ARTE DE LAS ACTIVIDADES DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN

En el ESNI existen ocho formas distintas de clasificar las "actividades" de los SNI. El cuadro 5.2 describe sus rasgos principales: definición, criterio de clasificación y actividades consideradas.

Cuadro 5.2. Survey *de las formas de clasificar las actividades de los Sistemas Nacionales de Innovación en el Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación*

Autores	Definición de la actividad	Criterio principal de clasificación	Actividades
David y Foray (1994, 1995)	Factores que afectan el poder de distribución del conocimiento de un SNI	Procesos de distribución del conocimiento de acuerdo con las relaciones entre organizaciones	1. Distribución de conocimiento (DdC) entre universidades, centros de investigación e industria. 2. DdC dentro de un mercado y entre proveedores y usuarios. 3. Re-utilización y re-combinación de conocimiento. 4. DdC entre proyectos de I&D descentralizados. 5. Desarrollos tecnológicos duales de tecnologías civiles y militares
Galli y Teubal (1997)	Factores que afectan la producción y difusión de las innovaciones	Actividades de las organizaciones (funciones "duras" y "suaves")	1. I&D. 2. Dotación de servicios técnicos y científicos a una tercera parte (funciones "suaves"). 3. Difusión de información, conocimiento y tecnología a organizaciones puente. 4. Diseño de política por parte de oficinas gubernamentales. 5. Diseño e implementación de instituciones. 6. Difusión/divulgación de cultura científica. 7. Coordinación profesional mediante academias, asociaciones de profesores.
Liu y White (2001)			1. I&D. 2. Implementación. 3. Uso final. 4. Educación. 5. Vinculación.
Furman, Porter y Stern (2002)	*Building blocks* requeridos para producir y comercializar un flujo de nuevas tecnologías a lo largo del mundo en el largo plazo	Determinantes de la capacidad innovadora nacional.	1. Infraestructura de innovación fuerte. 2. Ambientes de innovación fuertes. 3. Vinculación entre 1 y 2.
OECD (2002a)	Bloques medulares en un SNI a ser considerados en un enfoque amplio de política de innovación	Política de innovación	1 Fortalecimiento de las habilidades de innovación (*capacity building*). 2. Poder para explotar mercados. 3. Aseguramiento de la inversión en conocimiento.

			4. Promover la comercialización de publicidad basada en la innovación. 5. Promoción del desarrollo de *clusters*. 6. Promoción de redes internacionalmente abiertas.
Johnson y Jacobsson (2003)	Factores que afectan el proceso de generación de conocimiento	Procesos de producción de conocimiento que pueden ser perfilados por la política pública	1. Crear nuevo conocimiento. 2. Guiar el proceso de búsqueda. 3. Dotación de recursos. 4. Creación de economías externas positivas. 5. Formación de mercados.
Edquist (2004)	Factores que perfilan el desarrollo y difusión de las innovaciones	Determinantes del proceso de innovación	1. Insumos de conocimiento para el proceso de innovación. 2. Factores por el lado de la demanda. 3. Formación de constituyentes del SNI. 4. Servicios de apoyo para empresas innovadoras.
Borrás (2004)	Actividades de las organizaciones del SNI que afectan el desempeño innovador	Papel de las instituciones en el SNI	Funciones genéricas: 1. Reducir la incertidumbre. 2. Administrar el conflicto y la cooperación. 3. Dar incentivos. 4. Construir habilidades. 5. Definir los límites del SNI. Funciones específicas: 1. Producir conocimiento. 2. Difundir conocimiento. 3. Apropiarse de conocimiento. 4. Regular los mercados de trabajo. 5. Financiar la innovación. 6. Alinear a los actores. 7. Guiar a los innovadores. 8. Reducir la diversidad tecnológica. 9. Reducir el riesgo. 10. Controlar el uso del conocimiento.

Fuente: Adaptado de Chaminade y Edquist (2006a: 147-149).

La primera clasificación define a las actividades como los "factores que afectan el poder de distribución del conocimiento en los SNI". Esta clasificación fue propuesta por David y Foray (1994, 1995), se basa en la organización de los procesos de conocimiento de acuerdo con las relaciones entre organizaciones y distingue cinco tipos de actividades (cf. Cuadro 5.2).

La segunda clasificación corresponde a Galli y Teubal (1997), quienes a fines de los 1990 definieron a las actividades de los SNI como "los factores que afectan la producción y difusión de las innovaciones." Esta clasificación, basándose en el tipo de organización, identifica siete "funciones duras" de los SNI (cf. Cuadro 5.2).

A principios de los 2000, Liu y White (2001) definieron a las actividades de los SNI como "los factores que perfilan el desarrollo, difusión y uso de la innovación tecnológica" y ofrecieron una tercera taxonomía de cinco actividades basada en el proceso de producción de conocimiento (cf. Cuadro 5.2).

La cuarta clasificación define a las actividades como "los *building blocks* o bloques de construcción que se requieren para producir y comercializar en el largo plazo un flujo de nuevas tecnologías a nivel mundial" (Furman, Porter y Stern 2002) y distingue tres actividades de los SNI con base en los determinantes de la capacidad de innovación nacional (cf. Cuadro 5.2).

La quinta clasificación parte de definir las actividades como "los bloques medulares en el sistema de innovación que deben considerarse en un enfoque amplio de política innovadora" (OECD 2002) y propone seis actividades basadas en la política de innovación (cf. Cuadro 5.2).

Johnson y Jacobsson (2003) definieron a las actividades como los "factores que afectan al proceso de producción de conocimiento" y propusieron la sexta clasificación de las actividades de los SNI, que consta de cinco actividades, con base en los procesos de producción de conocimiento que pueden ser perfilados por la política pública (cf. Cuadro 5.2).

La séptima clasificación de actividades fue propuesta por Edquist (2004a), y se basa en la siguiente definición de actividades: "factores que perfilan el desarrollo y difusión de las innovaciones". Según este autor, existen cinco actividades que dependen de los determinantes del proceso de innovación (cf. Cuadro 5.2).

Por último, Borrás (2004) define las actividades de los SNI como "las actividades que realizan las organizaciones de los SNI que perfilan el desempeño innovador" y elabora la octava clasificación de 10 actividades tomando como criterio el papel de las instituciones en el SNI (cf. Cuadro 5.2).

La gran diversidad de formas de clasificar las actividades de los SNI muestra, por una parte, que en el ESNI no hay todavía un acuerdo acerca de los determinantes de los SNI, y por otra, que es necesario consolidar dichos determinantes o proponer un enfoque que los aglutine de manera novedosa para considerar las principales fuentes de la dinámica de los SNI.

Enfoques para analizar las actividades de los Sistemas Nacionales de Innovación

Para perfilar una lista de actividades útil para analizar el funcionamiento de los SNI, Chaminade y Edquist (2006a) agruparon las actividades propuestas por los distintos autores en cuatro enfoques, según las actividades que privilegian. El primer enfoque, vinculado al proceso de innovación, resalta las actividades que permiten traducir una idea en una innovación de producto o de proceso. En este enfoque caben las clasificaciones de Liu y White (2001), de Furman, Porter y Stern (2002) y de Edquist (2004a).

El segundo enfoque está asociado con la producción de conocimiento. De ahí que se concentre en las actividades vinculadas con los canales y mecanismos que permiten crear, explotar y distribuir conocimiento. Este enfoque fue propuesto por David y Foray (1994), fue retomado por Johnson y Jacobsson (2003) y está fuertemente influido por el enfoque de la Escuela de Aalborg, del cual se desprende la teoría de los SNI de Lundvall, la cual enfatiza los sistemas de aprendizaje y la dinámica de conocimiento de las empresas y las redes.

El tercer enfoque se relaciona con el desempeño organizacional y trata de identificar cuáles actividades organizacionales llegan a perfilar el sistema de innovación. Este enfoque fue propuesto por Borrás (2004).

Y el cuarto enfoque está orientado hacia la política de innovación, y su principal objetivo es identificar las organizaciones y actividades de los SNI que pueden ser estimuladas por la intervención del gobierno. El principal representante de este enfoque es OECD (2002).

Este primer esfuerzo para disminuir la diversidad de clasificaciones de las actividades de los SNI es importante porque ordena las actividades y porque es el germen del enfoque de las actividades de los SNI de la práctica individual de Edquist.

El enfoque de las actividades de los Sistemas Nacionales de Innovación de la práctica individual de Edquist

Ante la proliferación de clasificaciones de las actividades de los SNI, y apoyándose en la consolidación de estas en cuatro enfoques que llevaron a cabo

Chaminade y Edquist (2006a), la práctica individual de Edquist optó por elaborar un enfoque propio de las actividades de los SNI.

Con base en el conocimiento que tiene del proceso de innovación y de sus determinantes, y también a partir de la revisión de la literatura previa, la práctica individual de Edquist empiezó elaborando una taxonomía con las diez actividades que considera más importantes para la mayoría de los SNI. Esas actividades son:

1. Suministro de I&D para crear nuevo conocimiento, principalmente en ingeniería, en medicina y en las ciencias naturales.
2. Construcción de habilidades (suministro de educación y capacitación, creación de capital humano, producción y reproducción de aptitudes, aprendizaje individual) en la fuerza de trabajo para usarse en actividades de innovación y de I&D.
3. Formación de nuevos mercados.
4. Articulación de requerimientos de calidad emanados de la demanda respecto a nuevos productos.
5. Creación y modificación de organizaciones para desarrollar nuevos campos de innovación.
6. Creación de redes mediante mercados y otros mecanismos, lo cual implica la integración de nuevos elementos de conocimiento provenientes en distintas esferas del sistema de innovación y de otros sistemas de innovación con elementos que ya disponen las empresas innovadoras.
7. Creación, cambio o abolición de instituciones que influyan en las empresas y en los procesos de innovación dando incentivos u obstáculos a la innovación.
8. Incubación de esfuerzos innovadores.
9. Financiamiento de procesos de innovación y de otras actividades que faciliten la comercialización y adopción de conocimiento.
10. Suministro de servicios de consultoría relevantes para los procesos de innovación.[83]

[83]. La definición detallada de cada una de las actividades de los SNI del enfoque de la práctica individual de Edquist puede consultarse en Chaminade y Edquist (2006a: 119-125) y en Chaminade y Edquist (2006b: 146-156).

Posteriormente, la práctica individual de Edquist estableció cuatro criterios para agrupar sus diez actividades. Así obtuvo una nueva taxonomía donde las actividades 1 y 2 se relacionan con el aprovisionamiento de insumos de conocimiento para el proceso de innovación; las actividades 3 y 4 tienen que ver con los factores por el lado de la demanda; las actividades 5, 6 y 7 están relacionadas con la formación de componentes (organizaciones e instituciones) de los SNI; y las actividades 8, 9 y 10 están conectadas con la dotación de servicios de apoyo para las empresas innovadoras. El cuadro 5.3. ilustra la taxonomía de las actividades de los SNI de Edquist.

La importancia de este enfoque de las actividades del SNI es que trata de impulsar el progreso científico del ESNI colocando a las sub-funciones en el centro del análisis de los SNI.

Cuadro 5.3. *Taxonomía de las actividades clave en los Sistemas Nacionales de Innovación de Edquist*

I.	**Suministro de insumos de conocimiento para el proceso de innovación**
1.	Suministro de I&D para crear nuevo conocimiento, principalmente en ingeniería, medicina y en las ciencias naturales.
2.	Construcción de habilidades (suministro de educación y capacitación, creación de capital humano, producción y reproducción de aptitudes, aprendizaje individual) en la fuerza de trabajo para usarse en actividades de innovación y de I&D.
II.	**Actividades por el lado de la demanda**
3	Formación de nuevos mercados.
4.	Articulación de requerimientos de calidad emanados de la demanda respecto a nuevos productos.
III.	**Abastecimiento de componentes de los SNI**
5.	Creación y modificación de organizaciones para desarrollar nuevos campos de innovación.
6.	Creación de redes mediante mercados y otros mecanismos, lo cual implica la integración de nuevos elementos de conocimiento provenientes en distintas esferas del sistema de innovación y de otros sistemas de innovación con elementos que ya disponen las empresas innovadoras.
7.	Creación, cambio o abolición de instituciones que influyan en las organizaciones innovadoras y en los procesos de innovación otorgando incentivos u obstáculos a la innovación.
IV.	**Servicios de apoyo a las empresas innovadoras**
8.	Incubación de esfuerzos innovadores.
9.	Financiamiento de procesos de innovación y de otras actividades que faciliten la comercialización y adopción de conocimiento.
10.	Suministro de servicios de consultoría relevantes para los procesos de innovación.

Fuente: Edquist y Hommen (2009: 10)

1.3.3.4. Interrelación entre actividades y componentes de los Sistemas Nacionales de Innovación

La práctica individual de Edquist sostiene que colocar a las "actividades" en el centro del análisis de los SNI no es suficiente para impulsar el desarrollo teórico del ESNI, sino que se requiere además caracterizar la interacción entre las actividades y los componentes principales de dichos sistemas (organizaciones e instituciones). En este sentido, esta práctica individual señala, por una parte, que las *relaciones entre organizaciones y actividades* no son lineales sino *equifinales*, porque una actividad puede ser realizada por distintas organizaciones y porque las organización pueden desempeñar más de una actividad. En otras palabras, para esta práctica individual no existe una relación uno-a-uno entre actividades y organizaciones. Por otra parte, esta práctica individual indica que las relaciones *entre instituciones y actividades* son incluso menos directas, porque dependen de la acción que ejercen las instituciones sobre las organizaciones que las llevan a cabo. Estos hechos llevan a la práctica individual de Edquist a sostener que los SNI se diferencian más por sus componentes (organizaciones e instituciones) que por las actividades que desarrollan. Sin embargo, el número de actividades, y la eficiencia con la que son desempeñadas, sí podría variar considerablemente entre distintos SNI (Edquist y Hommen 2009).

En suma,esta práctica individual establece que su teoría de los SNI está orientada tanto al actor como a la estructura, porque busca dos metas: i) profundizar en el estudio de los determinantes de los SNI y ii) analizar los componentes de los SNI y sus relaciones. Para alcanzar estas metas, esta práctica individual propone, primero, tomar como punto de partida que las innovaciones son resultado de varias causas y que su explicación debe incluir varios determinantes; y segundo, aceptar que, aunque hay determinantes centrales y determinantes menos importantes, todos ellos están interrelacionados y, por consiguiente, es necesario establecer, siguiendo a Carr (1986: 84), una "jerarquía de causas" que variará de país en país y de tipo de innovación en tipo de innovación.

1.3.3.5. ¿Cómo estructurar estudios de caso con la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación de Edquist?

La práctica de consenso de Edquist también determina, por un lado, que todos los SNI son distintos, y, por otro, que –como la mayoría de las políticas de innovación siguen diseñándose e implementándose a nivel nacional– los SNI logran capturar la importancia de los aspectos políticos de la innovación. Estos elementos apoyan la idea de que, para poder aplicar la teoría de los SNI de Edquist, es necesario primero establecer los límites de los SNI que se analizarán (Edquist 2004, Edquist 2009).

La presente investigación ha mostrado que en el ESNI hay dos formas de establecer los límites de los SNI. La primera de ellas se basa en un método espacial/geográfico y trata de identificar áreas geográficas que tengan un alto grado de "coherencia" u "orientación interna" respecto a los procesos de innovación que llevan a cabo.[84] La segunda se basa en el método sectorial e intenta identificar campos tecnológicos o áreas de producto específicas.

La práctica individual de Edquist señala que estos dos métodos hacen difícil determinar qué partes de un país, región, campo tecnológico y/o sector forman parte de los SNI y cuáles quedan fuera, porque no permiten separar las actividades dedicadas a la innovación de las que buscan otro objetivo, y porque éstas se realizan a distintos niveles. De ahí que proponga un tercer método para definir los SNI, el cual se basa en la idea de que los SNI estan formados por "todos los factores económicos, políticos, sociales, organizacionales, y de otro tipo, que influyen en el desarrollo, difusión y uso de las innovaciones (en el proceso de innovación) de un país". Este método establece que, una vez que se ha especificado el concepto de innovación y los principales determinantes de los SNI, se pueden *definir funcionalmente los límites* de los SNI identificando las actividades que realizan cada uno de sus componentes principales (Edquist 2004, Edquist 2009).

---

[84]. El grado de coherencia de los SNI se establece a través de tres indicadores: 1) el nivel de las derramas de aprendizaje localizado, que informa sobre la transferencia de conocimiento tácito entre agentes; 2) la movilidad de trabajadores especializados como portadores de conocimiento; y 3) la proporción mínima de colaboraciones relacionadas con la innovación entre agentes, que informa sobre las "redes localizadas", o sea, el grado de proceso de aprendizaje de los agentes que se desarrollan en un espacio geográfico.

La práctica individual de Edquist señala que, una vez que se han establecido los límites de los SNI, el siguiente paso es establecer la dinámica de estos sistemas.

Aquí el punto de partida es que en el ESNI hay un conocimiento limitado de la dinámica del SNI, o sea, de las relaciones que establecen sus variables. Por tanto, para impulsar el progreso de esta comunidad científica, se propone aplicar la teoría de los SNI de Equist a investigaciones empíricas y comparativas, o sea, realizar estudios de caso que comparen, por una parte, distintos tipos de SNI y, por otra, los determinantes del proceso de innovación de esos SNI (Edquist y Hommen 2006, Edquist 2004).

En otras palabras, esta práctica individual propone, por una parte, que los estudios comparativos contesten, entre otras, las siguientes preguntas: ¿qué actividades de cuáles organizaciones son importantes para procesos de innovación específicos?, ¿se puede hacer una distinción entre actividades importantes y actividades menos importantes?, ¿cuáles reglas institucionales perfilan el desempeño de las actividades de las organizaciones?, y por otra, que las respuestas que arrojen se utilicen para crear teorías parciales acerca de la dinámica y de los límites de los SNI y, por tanto, para identificar más claramente los determinantes de los SNI.

En suma, para impulsar el progreso científico del ESNI, la práctica individual de Edquist propone combinar el trabajo teórico con la "investigación empírica basada teóricamente".

Sin embargo, un obstáculo para avanzar en este sentido es que en el ESNI persiste una tensión entre, por un lado, la demanda de un esquema conceptual más estructurado que facilite las comparaciones sistémicas y, por otro, la insistencia en el reconocimiento del carácter único de los SNI individuales. La primera posición es adoptada por Niosi y sus colegas (Niosi 2002; Niosi *et al.* 1993; Niosi y Bellon 1994) y también por la OECD (1997). El segundo punto de vista ha sido apoyado, entre otros, por Miettinen (2002), quien se inclina por un enfoque orientado más contextualmente para describir a los sistemas de

innovación, basado en los principios de historicidad, especificidad industrial y especificidad geográfica.

Para encontrar un balance entre estos dos puntos de vista extremos, la práctica individual de Edquist propone una metodología opuesta a la que se aplicó en Nelson (1982). Esta metodología propone que varios estudios de caso apliquen igual marco conceptual, el mismo esquema comparativo y una estructura de presentación estandarizada, pero también, que se permita que cada estudio de caso señale rasgos particulares de los SNI en cuestión. En otras palabras, el método que propone esta práctica individual para elaborar estudios comparativos de varios SNI se basa, por una parte, en la utilización de un "lenguaje" conceptual bastante estandarizado y de una estructura de los casos de estudio con líneas similares (la cual es presentada en el cuadro 5.4.), y, por otra, en una gran libertad para que los distintos autores encuentren las particularidades de cada SNI y las introduzcan en cada apartado como mejor les parezca.

Cuadro 5.4. *Modelo para estructurar los estudios de caso propuesto por Edquist*

1. Introducción
2. Tendencias históricas principales
3. Propensión a innovar o intensidad de innovación
4. Actividades que perfilan el proceso de innovación
    a. Suministro de insumos de conocimiento para el proceso de innovación
    b. Actividades por el lado de la demanda
    c. Abastecimiento de componentes de los Sistemas Nacionales de Innovación
    d. Servicios de apoyo para las empresas innovadoras
5. Consecuencias de las innovaciones
6. Globalización
7. Fortalezas y debilidades de los Sistemas Nacionales de Innovación y de las políticas de innovación
    a. Fortalezas y debilidades
    b. Resumen y evaluación de la política de innovación ejecutada
    c. Política de innovación futura

Notas
Referencias

Fuente: Elaborado con base en Edquist y Hommen (2009: 18)

2. APORTES DE LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE CHARLES EDQUIST AL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN

El primer apartado de este capítulo reconstruyó el origen de la teoría de los SNI de Edquist y expuso sus rasgos distintivos. Esa información permitiría construir el perfil de la práctica individual de Edquist, de manera similar a como se edificó la primera práctica de consenso del ESNI.

Sin embargo, como el objetivo de la presente investigación es especificar de qué manera ha contribuido la práctica individual de Edquist al progreso científico del ESNI, se determinó que la descripción pormenorizada de su perfil, en vez de facilitar, entorpecería la claridad expositiva. Por tanto, el presente apartado omite dicha descripción y opta por identificar y describir únicamente las variedades de progreso científico que ha impulsado la práctica individual de Edquist respecto a la primera práctica de consenso del ESNI.

El aporte de esta práctica individual al progreso científico del ESNI abarcó 5 dimensiones de la primera práctica de consenso: el lenguaje, las preguntas significativas, los enunciados aceptados, los esquemas explicativos y la sabiduría experimental. Los sub-apartados 2.1-2.5 describen las variedades de progreso científico impulsadas por esta práctica individual en cada una de esas dimensiones, respectivamente. Al final se muestra en qué consiste el progreso en los principios metodológicos alentado por esta práctica individual (sub-apartado 2.6).

Todos los sub-apartados se construyeron comparando los postulados de cada una de las dimensiones de la primera práctica de consenso del ESNI con los postulados de la práctica individual de Edquist. Para aumentar la claridad expositiva, en algunos casos fue necesario refrescar la memoria del lector introduciendo, antes del ejercicio de comparación, un brevísimo resumen de lo que significa el progreso científico en esa dimensión de la práctica de consenso.

2.1. Progreso conceptual impulsado por la práctica individual de Edquist

Como en los capítulos III y IV, en este apartado se busca determinar si el lenguaje de la práctica individual de Edquist le añade al leguaje de la primera práctica de

consenso del ESNI nuevos modos de referencia o si le permite eliminar modos de referencia obsoletos o falsos.

En este caso, mediante el análisis comparativo se encontró que los términos clave que comparten la primera práctica de consenso del ESNI y la práctica individual de Edquist son: "innovación", "institución", "sistema nacional de innovación" y "sistema". En los sub-apartados 2.1.1 a 2.1.4 se muestra cómo mejoró esta práctica individual el lenguaje de la primera práctica de consenso del ESNI en estos términos clave.

2.1.1. Progreso conceptual en el término clave "innovación"

La presente investigación ha establecido que la primera práctica de consenso del ESNI experimentó progreso conceptual gracias a que la práctica individual de Lundvall le agregó al potencial de referencia de su término clave "innovación" un nuevo modo de referencia que señala que la innovación no se reduce al "cambio técnico", sino que abarca tanto a las innovaciones de proceso como a las innovaciones de producto.

Desde nuestro punto de vista, la práctica individual de Edquist promueve el progreso conceptual del ESNI porque, al igual que la de Lundvall, le agrega al potencial de referencia de su término clave "innovación" tres nuevos modos de referencia.

El primero de ellos establece que las innovaciones de proceso pueden ser tecnológicas (tangibles) u organizacionales (intangibles) y que las innovaciones de producto pueden ser bienes (tangibles) o servicios (intangibles).

El segundo modo de referencia señala que los tipos y sub-tipos de innovaciones (ilustrados en la figura 5.2.) pueden llegar a asumir tres formas: cambio continuo o innovación incremental, cambio discontinuo o innovación radical y cambio de paradigma.

Y el tercer modo de referencia alude a que los conceptos de innovación, proceso de innovación y propensión a innovar son distintos. En otras palabras, para la práctica individual de Edquist el *proceso de innovación* es el mecanismo a través del cual se generan, difunden y usan las innovaciones y puede

considerarse como la *función general de los SNI*. Por otra parte, para esta práctica individual la *propensión a innovar* se refiere al nivel y características de las innovaciones de un país en particular y, por tanto, constituye el tema central del ESNI.

2.1.2. Progreso conceptual en el término clave "institución"

Otros hallazgos de esta investigación son, por una parte, que las instituciones son importantes para los SNI porque "perfilan" el proceso de innovación y, por otro, que, a pesar de su importancia, en el ESNI sigue existiendo ambigüedad respecto al significado de este término clave.

McKelvey (1991) señala que la primera práctica de consenso del ESNI define a las instituciones más como infraestructura ("organizaciones públicas") que como "reglas del juego". A la luz de los enunciados aceptados EA_9, EA_{10}, EA_{12}, EA_{13}, EA_{15}, EA_{19} y EA_{23} de la primera práctica de consenso del ESNI, este señalamiento resulta polémico, porque si bien es cierto que uno de los modos de referencia de su término clave "institución" alude a las "instituciones" dedicadas a la innovación y a la educación, o sea, a los organismos dedicados a esas actividades; también es cierto que otro de sus modos de referencia apunta a la noción de "marco institucional", aunque no queda claro si este término se refiere a los organismos que conforman a los SNI o a las "innovaciones institucionales" que ellos generan (como la de la I&D). Sin embargo, lo que sí queda claro es que la primera práctica de consenso del ESNI no logra establecer una clara distinción entre las instituciones y el resto de los componentes de los SNI.

Desde nuestro punto de vista, la práctrica individual de Edquist alienta el progreso conceptual del ESNI porque le agrega al potencial de referencia de su término clave "institución" un modo de referencia que establece la diferencia entre las instituciones y los demás componentes del SNI, dejando así libre el terreno para avanzar en el estudio de la dinámica de los SNI mediante el establecimiento de los tipos de relaciones que se establecen entre estos dos componente. En otras palabras, esta práctica individual, siguiendo a Douglass C. North, establece, primero, que los SNI están formados por organismos e instituciones, segundo, que

su dinámica depende de las relaciones que establecen ambos componentes, tercero, que las *instituciones* son hábitos, rutinas, prácticas establecidas, reglas o leyes y, cuarto, que en los SNI las instituciones constituyen las *reglas del juego* que perfilan la actividad de las organizaciones mediante la regulación de sus relaciones e interacciones.

2.1.3. Progreso conceptual en el término clave "Sistema Nacional de Innovación"

La presente investigación ha determinado que, a pesar de que la primera práctica de consenso del ESNI y otras prácticas individuales analizan a los SNI por el lado de sus "determinantes", sus análisis se limita a describir la estructura de este sistema, o sea, a identificar los variados elementos que lo conforman. Esto ha empantanado a esta comunidad científica en una discusión estéril sobre la extensión de los SNI, planteada frecuentemente en la dicotomía SNI "amplio" *versus* SNI "estrecho", y le ha impedido avanzar en la determinación de "lo que ocurre dentro de los SNI".

Desde nuestro punto de vista, la práctica individual de Edquist fomenta el progreso conceptual del ESNI porque le añade al potencial de referencia de su término clave "Sistema Nacional de Innovación" un nuevo modo de referencia que manifiesta la necesidad de profundizar, no *sólo* en la determinación de la estructura de los SNI, sino también en la explicación de su "dinámica".

2.1.4. Progreso conceptual en el término clave "sistema"

Al mejorar el término clave "Sistema Nacional de Innovación", la práctica individual de Edquist le imprimió un impulso adicional al progreso conceptual del ESNI porque lo llevó a modifica también el potencial de referencia de su término clave "sistema" agregándole tres modos de referencia que especifican que, para investigar lo que ocurre dentro de los SNI, es necesario ampliar la definición de sistema para que incluya explícitamente las nociones de componentes principales de los SNI, función principal de los SNI y de actividades del SNI.

En otras palabras, desde nuestro punto de vista, la práctica individual de Edquist impulsó el progreso conceptual del ESNI porque le agregó al potencial de referencia de su termino clave "sistema" tres nuevos modos de referencia.

El primero de ellos señala que los SNI tienen dos componentes principales: i) las *organizaciones*, definidas como "estructuras formales construidas conscientemente con un propósito específico" (Edquist y Johnson 1997: 46-47) y que fungen como los *jugadores* o *actores* del proceso de innovación y ii) las *instituciones*, descritas como "un conjunto de hábitos, rutinas, prácticas establecidas, reglas o leyes" (Edquist y Johnson 1997: 46) y que actúan como las *reglas del juego* que coordinan u organizan el proceso de innovación.

El segundo modo de referencia indica que la *función general* de los SNI es llevar a cabo el proceso de innovación, o sea, generar, difundir y usar innovaciones.

Y el tercer modo de referencia establece que la función principal de los SNI depende de, está determinada por, la realización de una serie de actividades. En otras palabras, que cuando se establecen las principales actividades que llevan a cabo los SNI, se están revelando al mismo tiempo sus "determinantes": "lo que ocurre dentro de los SNI".

2.2. Progreso erotético impulsado por la práctica individual de Edquist

El ESNI experimenta progreso científico en su dimensión de las preguntas significativas cuando una de sus prácticas individuales plantea preguntas intrínsecamente significativas o instrumentalmente significativas que son originales o nuevas, que son más manejables, o que descomponen otras preguntas significativas de su primera práctica de consenso.

Gracias al análisis comparativo, se pudo determinar que la práctica individual de Edquist impulsó el progreso erotético del ESNI porque introdujo nuevas preguntas intrínsecamente significativas relacionadas con tres temas: i) la relación entre los componentes principales de los SNI, ii) los determinantes (actividades) de los SNI y iii) la interrelación entre los componentes principales y las actividades de este sistema. Los sub-apartados 2.2.1, 2.2.2 y 2.2.3 muestran

cómo renovó la práctica individual de Edquist la dimensión de las preguntas significativas de la primera práctica de consenso del ESNI.

2.2.1. Progreso erotético vinculado con la interrelación entre los componentes principales de los Sistemas Nacionales de Innovación

Al establecer una clara distinción entre reglas del juego y jugadores, la práctica individual de Edquist no sólo impulsó el progreso conceptual del ESNI agregándole modos de referencia a su término clave "institución", sino también su progreso erotético porque le permitió plantear dos nuevas preguntas intrínsecamente significativas sobre la dinámica de los SNI: *¿cómo se interrelacionan las organizaciones y las instituciones?* y *¿cómo el esclarecimiento de las relaciones entre organizaciones e instituciones permite explicar lo que ocurre en los SNI?* Estas preguntas son intrínsecamente significativas porque permiten extender el esquema explicativo de la primera práctica de consenso del ESNI, el cual sostiene que el marco institucional "perfila" la actuación de los agentes innovadores (las empresas), o sea, la forma como ejecutan el proceso de innovación.

2.2.2. Progreso erotético asociado con los determinantes de los Sistemas Nacionales de Innovación

Al establecer que la dinámica de los SNI depende de sus "determinantes", la práctica individual de Edquist igualmente alentó el progreso erotético del ESNI porque permitió plantear una nueva pregunta intrínsecamente significativa acerca de las actividades que permiten a los SNI cumplir con su función principal, es decir, permitió preguntar *¿cuáles son las principales actividades de los SNI?*

2.2.3. Progreso erotético coligado con la interrelación de componentes principales y actividades de los Sistemas Nacionales de Innovación

Al introducir las nociones de componentes principales y de determinanates de los SNI, la práctica individual de Edquist no sólo impulsó el progreso conceptual del ESNI agregándole modos de referencia a su término clave "sistema", sino también su progreso erotético porque permitió plantear cuatro nuevas preguntas intrínsecamente significativas sobre la dinámica de los SNI: *¿qué organización*

realiza cada actividad?, ¿cómo afecta una actividad a las otras actividades que realizan los SNI?, ¿cómo se ve afectada cada actividad por el marco institucional?, ¿cómo ayuda cada actividad a que los SNI realicen su función principal?

2.3. Progreso en los enunciados aceptados impulsado por la práctica individual de Edquist

El análisis comparativo mostró que la práctica individual de Edquist fomentó el progreso científico del ESNI en esta dimensión porque introdujo nueve enunciados significativos sobre la relación entre organizaciones e instituciones, los determinantes de los SNI y la relación que se establece entre los principales componentes de los SNI y sus actividades primordiales. Los sub-apartados 2.3.1 a 2.3.3 detallan cómo fue mejorada la dimensión de los enunciados aceptados de la primera práctica de consenso del ESNI por parte de la práctica individual de Edquist.

2.3.1. Progreso en los enunciados aceptados por contestar la pregunta sobre la relación entre organizaciones e instituciones

La práctica individual de Edquist señala que, para explicar lo que ocurre dentro de los SNI, no basta con especificar los principales componentesde este sistema, sino que también es necesario identificar las relaciones que establecen las organizaciones entre sí y con las instituciones.

Desde nuestro punto de vista, esta práctica individual fomentó el progreso científico del ESNI porque propuso dos nuevos enunciados significativos que tratan de establecer una taxonomía de relaciones entre los componentes principales de los SNI.

El primero de ellos, el enunciado aceptado EA_1 de Edquist, señala que dentro de los SNI las *organizaciones* establecen tres tipos de relaciones: i) las relaciones de competencia, ii) las transacciones y iii) el establecimiento de redes.

Y el segundo, el enunciado aceptado EA_2 de Edquist, puntualiza que dentro de los SNI, la interacción entre *organizaciones e instituciones* asume cinco modalidades: i) la mutua incorporación entre organizaciones e instituciones, es decir, las instituciones "perfilan" el comportamiento de las organizaciones y a su

vez son modificadas por éstas (esta es la relación más reconocida dentro del ESNI); ii) las organizaciones tienen incorporadas "instituciones" (tales como las rutinas organizacionales) que perfilan el comportamiento de los agentes que las componen; iii) algunas organizaciones generan instituciones para influir en otras organizaciones (por ejemplo, las organizaciones públicas que elaboran reglas de política de innovación con el fin de perfilar el desempeño innovador de las empresas); iv) algunas instituciones crean organizaciones (por ejemplo, cuando un gobierno se ve obligado a crear un organismo público para ejecutar las leyes sobre la propiedad intelectual) y v) instituciones de distinto tipo pueden relacionarse entre sí.

Los enunciados aceptados EA_1 y EA_2 de Edquist llevan a esta práctica individual a concluir que las relaciones entre organizaciones e instituciones son al mismo tiempo un proceso complejo que se verifica en distintos niveles y un desafío, porque el conocimiento acerca de ellas es todavía muy limitado en el ESNI.

ARCHIVO HISTÓRICO
DOCUMENTO DE INFORMACIÓN

2.3.2. Progreso en los enunciados aceptados por responder la pregunta sobre los determinantes de los Sistemas Nacionales de Innovación

La práctica individual de Edquist señaló que, para explicar lo que pasa en los SNI, es necesario establecer cuáles son sus determinantes.

Desde nuestro punto de vista, la práctica individual de Edquist impulsó el progreso progreso científico del ESNI porque formuló tres nuevos enunciados aceptados para responder a la pregunta significativa que inquiere sobre cuáles son las actividades principales de los SNI.

El primero de ellos, el enunciado aceptado EA_3 de Edquist, estipula, luego de una amplia revisión de la literatura sobre las "actividades" de los SNI, que en el ESNI existen al menos ocho formas de clasificar las actividades de los SNI y que ellas pueden agruparse en cuatro enfoques.

El segundo, el enunciado aceptado EA_4 de Edquist –basándose, por una parte, en el conocimiento adquirido por esta práctica individual sobre el proceso de innovación y sobre sus determinantes y, por otra, en el enunciado aceptado EA_3 de Edquist–, señala que los SNI estan determinados por 10 actividades

principales, o sea, que la dinámica de los SNI (la forma en que estos sistemas llevan a cabo su función principal: ejecutar el proceso de innovación) depende de: i) el suministro de I&D para crear nuevo conocimiento, principalmente en ingeniería, medicina y en las ciencias naturales, ii) la construcción de habilidades (suministro de educación y capacitación, creación de capital humano, producción y reproducción de aptitudes, aprendizaje individual) en la fuerza de trabajo para usarse en actividades de innovación y de I&D; iii) la formación de nuevos mercados, iv) la articulación de requerimientos de calidad emanados de la demanda respecto a nuevos productos, v) la creación y modificación de organizaciones para desarrollar nuevos campos de innovación, vi) la creación de redes mediante mercados y otros mecanismos, lo cual implica la integración de nuevos elementos de conocimiento provenientes en distintas esferas del sistema de innovación y de otros sistemas de innovación con elementos que ya disponen las empresas innovadoras; vii) la creación, cambio o abolición de instituciones que influyan en las organizaciones innovadoras y en los procesos de innovación otorgando incentivos u obstáculos a la innovación, viii) la incubación de esfuerzos innovadores, ix) el financiamiento de procesos de innovación y de otras actividades que faciliten la comercialización y adopción de conocimiento y x) el suministro de servicios de consultoría relevantes para los procesos de innovación.

Y el tercero, el enunciado aceptado EA_5 de Edquist, sostiene que los determinantes de los SNI pueden agruparse en cuatro rubros: i) actividades dedicadas al suministro de insumos de conocimiento para el proceso de innovación, ii) actividades orientadas a la demanda, iii) actividades ocupadas del abastecimiento de componentes de los SNI y iv) actividades centradas en los servicios de apoyo a las empresas innovadoras.

2.3.3. Progreso en los enunciados aceptados por responder la pregunta sobre la interrelación entre componentes principales y actividades de los Sistemas Nacionales de Innovación

La presente investigación propuso que, para explicar la dinámica de los SNI, no basta con colocar a las actividades en el centro de estos sistemas, sino que se

requiere además especificar la relación que se establece entre éstas y los componentes principales de los SNI.

La práctica individual de Edquist impulsó el progreso científico del ESNI en los enunciados porque propuso cuatro nuevos enunciados aceptados para responder las preguntas significativas que inquieren sobre esta interrelación.

El primero de ellos, el enunciado aceptado EA_6 de Edquist, señala que las *relaciones entre organizaciones y actividades* no son lineales sino *equifinales*, porque una actividad puede ser realizada por distintas organizaciones y porque las organización pueden desempeñar más de una actividad. En otras palabras, el enunciado aceptado EA_6 de Edquist apunta que no existe una relación uno-a-uno entre actividades y organizaciones.

El segundo, el enunciado aceptado EA_7 de Edquist, establece que las relaciones *entre instituciones y actividades* son incluso menos directas que las relaciones entre organizaciones y actividades, porque dependen de la acción que ejercen las instituciones sobre las organizaciones que las llevan a cabo. En este sentido, los SNI se diferencian más por sus componentes (organizaciones e instituciones) que por las actividades que desarrollan. Sin embargo, el número de actividades, y la eficiencia con la que son desempeñadas, sí podría variar considerablemente entre los distintos SNI.

El tercero, el enunciado aceptado EA_8 de Edquist, establece que las innovaciones son resultado de varias causas y, por tanto, su explicación debe incluir varios determinantes.

Y el último, el enunciado aceptado EA_9 de Edquist, estipula que aunque hay determinantes centrales y determinantes menos importantes, todos ellos están interrelacionados. En otras palabras, este enunciado aceptado sostiene que es necesario establecer una "jerarquía de causas", la cual variará de país en país y de tipo de innovación en tipo de innovación.

2.4. Progreso explicativo impulsado por la práctica individual de Edquist

La presente investigación ha establecido, por un lado, que los esquemas explicativos son la teoría con la cual está comprometida una comunidad científica

y, por otro, que una comunidad científica experimenta progreso explicativo en cuatro casos: i) cuando incorpora nuevos esquemas explicativos correctos, ii) cuando descarta esquemas explicativos incorrectos, iii) cuando generaliza un esquema explicativo correcto y iv) cuando extiende un esquema explicativo correcto.

La presente investigación ha determinado, a través de un análisis comparativo, que la práctica individual de Edquist impulsó el progreso científico del ESNI en esta dimensión de dos maneras: primero, introduciendo un nuevo esquema explicativo: la teoría de los SNI "basada en las actividades", y segundo, generalizando esta nueva teoría de los SNI. Los sub-apartados 2.4.1 y 2.4.2 detallan cómo fue mejorada la dimensión de los esquemas explicativos de la primera práctica de consenso del ESNI por parte de la práctica individual de Edquist.

2.4.1. Progreso explicativo por proponer una teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación basada en las actividades

El punto de partida de este nuevo esquema explicativo, introducido por la práctica indivudal de Edquist, es la afirmación de que las distintas prácticas individuales del ESNI se han dedicado únicamente a describir la estructura de estos sistemas, pero no han profundizado en su "dinámica", o sea, en investigar "lo que pasa dentro de los SNI".

La propuesta de esta práctica individual para revelar la dinámica de los SNI se basa, por un lado, en distinguir entre variables independientes (determinantes) y variables dependientes (consecuencias) de los SNI, y, por otro, en concentrarse en el lado de los determinantes.

Para conocer los determinantes, la práctica individual de Edquist comienza por definir los componentes principales y la función general de los SNI. Posteriormente, se supone que la función general de los SNI está determinada por las sub-funciones o actividades que realizan sus componentes. Por último, esta práctica individual establece que, si se especifican las actividades que ejecutan los componentes de los SNI, se podrá conocer lo que ocurre dentro de él.

2.4.2. Progreso explicativo por generalizar la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación basada en las actividades

En la presente investigación se mostró que la práctica individual de Edquist, al igual que la práctica individual de Nelson, generalizó una teoría de los SNI.

Desde nuestro punto de vista, la práctica individual de Edquist impulsó el progreso conceptual del ESNI, primero, porque –a diferencia de aquella práctica individual, que sólo aplicó la primera práctica de consenso del ESNI a varios países y que se limitó a comparar los hechos estilizados arrojados por la investigación empírica– generalizó a varios países su propia teoría de los SNI, la cual se basada en las actividades, y, segundo, porque impuso reglas para hacer un ejercicio comparativo con datos más homogéneos.

Es pertinente acotar que el ejercico comparativo de la práctica individual de Edquist es conocido como *Ten Country Project* y que sus resultados han sido publicados en recientemente por Edquist y Hommen (2009).

2.5. Progreso en la sabiduría experimental impulsado por la práctica individual de Edquist

La sabiduría experimental se refiere a la propensión de los científicos a interactuar con la naturaleza realizando ciertos experimentos y utilizando ciertos instrumentos. Una comunidad científica experimenta progreso experimental cuando aplica experimentos que aportan mejores respuestas a las preguntas significativas.

Mediante el análisis comparativo, se logró fundar la idea de que la práctica individual de Edquist alentó el progreso en la sabiduría experimental del ESNI porque, en vez de hacer un estudio comparativo basado en la "historia razonada" de Freeman, propuso realizar "investigaciones empíricas basadas teóricamente" para establecer la dinámica de los SNI. El apartado 2.5.1. explicita cómo impulsó la práctica individual de Edquist el progreso científico del ESNI en la dimensión de la sabiduría experimental.

2.5.1. Progreso experimental por realizar una investigación empírica "basada teóricamente"

Balzat (2002) hizo un recuento del tratamiento empírico de los SNI realizado en el ESNI hasta principios de los 2000 y, con base en él, identificó cuatro insuficiencias de la sabiduría experimental de dicho enfoque: i) los estudios se han concentrado en analizar los principales componentes y relaciones de los SNI de países grandes y desarrollados, ii) los estudios han utilizado pocos indicadores para medir la actividad innovadora, iii) los estudios son estáticos o de estática comparativa y iv) son escasas las comparaciones de los SNI basadas en su desempeño innovador.

La presente investigación muestra que este diagnóstico es compartido parcialmente por la práctica individual de Nelson quien, al tratar de generalizar el esquema de los SNI de Freeman a principios de los 1990, tuvo que escoger entre establecer lineamientos rígidos a los estudios de caso o darles libertad para que realizaran su revisión empírica con unas cuantas recomendaciones conceptuales, escogiendo al final, por restricciones de presupuesto, la segunda opción.

La práctica individual de Edquist sostiene que la ambigüedad conceptual y las bases de datos no homogéneas son dos obstáculos adicionales para realizar análisis empíricos comparativos. Por tanto, para impulsar el progreso científico del ESNI en su dimensión de la sabiduría experimental, esta práctica individual propone pasar de la "historia razonada" de Freeman, aplicada individual o comparativamente (como lo hizo Nelson), a la "investigación empírica basada teóricamente". Esto implica la aplicación de la teoría de los SNI basada en las actividades a todos los estudios de caso, la utilización de un mismo esquema comparativo, el uso de una estructura de presentación estandarizada, la utilización de los mismos indicadores y libertad para que cada autor incorpore los rasgos propios de cada SNI.

En otras palabras, esta práctica individual afirma que, para impulsar el progreso científico del ESNI por la vía del progreso en la sabiduría experimental, es necesario elaborar estudios comparativos de varios SNI que tengan dos características básicas: i) que los estudios de caso usen un lenguaje conceptual bastante estandarizado, una estructura muy similar (cf. cuadro 5.4.) y, siempre que

sea posible, indicadores que tengan la misma fuente; y ii) que los autores tengan gran libertad para incorporar en cada apartado, como mejor les parezca, las particularidades de cada SNI.

2.6. Progreso en los principios metodológicos impulsado por la práctica individual de Edquist

En esta investigación se ha establecido que el progreso en los principios metodológicos de una comunidad científica se revela cuando su práctica de consenso experimenta una o más variedades de progreso.

En este sentido, este apartado ha demostrado que la práctica individual de Edquist es una fuente potencial de progreso para los principios metodológicos del ESNI porque ha impulsado cinco variedades de progreso científico: progreso conceptual, progreso erotético, progreso en los enunciados aceptados, progreso explicativo y progreso en la sabiduría experimental, en el sentido en que se especificó en los sub-apartados 2.1.a 2.5.

3. CONCLUSIONES

El objetivo de este capítulo fue identificar y exponer las variedades de progreso científico que ha generado la práctica individual de Edquist. Para alcanzar ese objetivo fue necesario, primero, describir la teoría de los SNI de este autor y, segundo, suponer que dicha teoría es la práctica individual de la comunidad científica que comanda esta autoridad en la materia.

Este capítulo es importante porque, junto con los capítulos III y IV, le proporciona a la presente investigación parte de la materia prima que utilizará para evaluar el progreso científico que ha experimentado el ESNI en el período 1982-2010.

Los principales hallazgos del presente capítulo son que la práctica individual de Edquist impulsó el progreso científico principalmente en cinco dimensiones: En la dimensión del lenguaje, la práctica individual de Edquist impulsó el progreso conceptual del ESNI porque mejoró los potenciales de referencia de sus términos clave "innovación", "institución", "sistema nacional de innovación" y "sistema" agregándoles nuevos modos de referencia.

En la dimensión de las preguntas significativas, la práctica individual de Edquist impulsó el progreso erotético del ESNI porque introdujo siete nuevas preguntas intrínsecamente significativas sobre la relación entre los componentes principales de los SNI, los determinantes (actividades) de los SNI y la interrelación entre los componentes principales y las actividades de este sistema.

En la dimensión de los enunciados aceptados, esta práctica individual alentó el progreso científico del ESNI porque incorporó nueve enunciados significativos originares sobre la relación entre organizaciones e instituciones, los determinantes de los SNI y la relación que se establece entre los principales componentes de los SNI y sus actividades primordiales.

En la dimensión de los patrones de argumento general, la práctica individual de Edquist estimuló el progreso conceptual del ESNI, por un lado, porque produjo un inédito esquema explicativo: la teoría de los SNI "basada en las actividades" y, por otro, porque generalizó esta nueva teoría de los SNI.

Y en la dimensión de la sabiduría experimental, esta práctica individual impulsó el progreso del ESNI porque, para analizar la dinámica de los SNI, propuso realizar "investigaciones empíricas basada teóricamente", cuyas características son: i) que los estudios de caso usen un lenguaje conceptual bastante estandarizado, una estructura muy similar e indicadores que provengan de la misma fuente y ii) que los autores tengan gran libertad para incorporar las particularidades del SNI que les tocó analizar.

CAPÍTULO VI
LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE JORGE NIOSI Y SU APORTE AL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ESNI

INTRODUCCIÓN

Para avanzar en la evaluación del progreso científico del ESNI, es indispensable estipular cómo ha ido variando su primera práctica de consenso a partir de la incorporación de las variedades de progreso científico que han impulsado las sub-comunidades que conforman a esta comunidad científica.

Este capítulo se concentra en exponer las contribuciones de la práctica individual de Jorge Niosi al progreso científico del ESNI. Para alcanzar este objetivo, se comienza por describir el origen, los elementos básicos y la evolución de esta práctica individual (apartado 1). Posteriormente, se identifican y describen las variedades de progreso científico que impulsó esta sub-comunidad respecto a la primera práctica de consenso del ESNI (apartado 2). Al final se concluye acerca de los aportes de esta sub-comunidad al progreso científico del ESNI (apartado 3).

1. ORIGEN Y ELEMENTOS BÁSICOS Y NOVEDOSOS DE LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE JORGE NIOSI

En el capítulo II se estableció que Jorge Niosi es una de las autoridades en la materia del ESNI y que él comanda una de las sub-comunidades que conforman ese enfoque.

El presente apartado propone, por su parte, que –aunque actualmente no está en condiciones de especificar qué autores la constituyen y de verificar que en verdad Niosi tiene un "reconocimiento de autoridad" en dicha sub-comunidad científica– también es válido suponer que la teoría de los SNI de este autor es una de las prácticas individuales del ESNI. De ahí que su objetivo sea exponer el origen, los elementos básicos, la evolución y los rasgos distintivos de dicha teoría.

Para alcanzar su propósito, este apartado inicia caracterizando a nivel general la teoría de los SNI de Niosi (sub-apartado 1.1), ubicándola en el contexto del ESNI y describiendo sus rasgos fundamentales (sub-apartado 1.2). Luego se señala que los cambios estructurales del capitalismo han disminuido la densidad

de las relaciones al interior de los SNI y aumentado las relaciones que establecen con otros SNI y que esto ha modificado el papel de los SNI, pero no los ha desplazado (sub-apartado 1.3). Por último, se subraya que el ESNI ha tenido dificultades para enfrentar los retos teóricos que enfrenta el concepto de SNI a raíz de los cambios experimentados por la economía mundial y se presentan las iniciativas de la teoría de los SNI de Niosi para impulsar el progreso científico de dicho enfoque, las cuales consisten esencialmente en aumentar su rigor teórico, avanzar en la formalización de sus nociones descriptivas y mejorar los indicadores que miden su desempeño (sub-apartado 1.4).

La importancia de este apartado reside en que aporta la materia prima para perfilar la práctica individual de Edquist, de la cual se derivan los aportes de esta sub-comunidad al progreso científico del ESNI.

1.1. Propuesta general para impulsar el progreso científico del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación

Anclada en la tradición de Maddison,[85] la teoría de los SNI de Niosi asume como punto de partida la idea de que el progreso técnico es el motor del desarrollo económico de los países. En este sentido, para esta teoría el ESNI es una teoría descriptiva, un "enfoque de medio nivel" cuyas metas son explicar el desarrollo económico de los países a partir de su desempeño innovador, discernir por qué la innovación y el desarrollo económico son fenómenos geográficamente concentrados y aclarar por qué los países y las regiones difieren entre sí.

Esta teoría comparte el diagnóstico de Edquist sobre el ESNI porque suscribe, primero, que este enfoque no ha podido trascender el plano descriptivo, padece de ambigüedad conceptual, adolece de formalización y no ha tomado en serio el cambio; y, segundo, que esta situación de estancamiento teórico le ha dificultado cumplir sus metas (entender y explicar las tendencias actuales y futuras del desarrollo económico).

Ante esta situación, para impulsar el progreso científico del ESNI, la teoría de los SNI de Niosi propone hacer una "síntesis teórica" con las propuestas del

[85] Este autor atribuye la diferencia entre paises a sus distintos stock de capital, educación de sus trabajadores, gasto en I&D y habilidad para producir y asimilar innovaciones tecnológicas y organizacionales (Maddison, 1995).

ESNI, la Economía Evolutiva y la Dinámica de Sistemas (una de las teorías de la complejidad). Esto permitiría, aumentar su rigor teórico, usar los conceptos y metodologías resultantes para analizar los SNI y superar el plano descriptivo de este enfoque aumentando la formalización de sus propuestas teóricas.

1.2. Ubicación y elementos básicos de la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación de Niosi

Antes de exponer las proposiciones específicas de la teoría de los SNI de Niosi para impulsar el progreso científico del ESNI, se requiere primero ubicarla en el contexto del ESNI (sub-apartado 1.2.1) y enlistar sus características fundamentales (sub-apartado 1.2.2).

1.2.1. Ubicación: El Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación como la última fase del estudio del proceso de innovación

El estudio de la innovación tecnológica ha transitado por cuatro fases (Niosi *et al.* 1993).

En la primera de ellas, conocida como Modelo Schumpeter Mark I, se consideraba que la innovación proviene del genio de un agente solitario y heroico: el empresario innovador. Por tanto, su análisis se limita a registrar los momentos clave de la historia, cuando uno de estos empresarios innovadores logra imaginar e introducir las innovaciones tecnológicas que han cambiado al mundo: la máquina de vapor, la electricidad, el motor de combustión interna, la línea de montaje, la computadora, etc.

En la segunda fase, el Modelo Schumpeter Mark II, se reconoció que un solo agente es incapaz de realizar la compleja tarea de la innovación. Por tanto, la innovación empezó a analizarse a nivel de la organización y a atribuirse principalmente a los procesos de búsqueda realizados en los departamentos de investigación y desarrollo (I&D) de las grandes empresas. Este modelo fue perfeccionándose gracias a que incorporó, entre otras, las siguientes ideas: i) la innovación es jalada por la demanda, o sea, responde a las señales del mercado (Schmookler 1966), ii) el papel de los departamentos de I&D es nodal (Freeman 1972), iii) la interacción al interior de la empresa es muy importante (von Hippel

1976), iv) las innovaciones tienen una naturaleza sistémica, o sea, existen sistemas tecnológicos (Gille 1978) y v) el gobierno juega un papel importante en la innovación (Mowery y Rosenberg 1979; Rothwell y Zegveld 1981; Nelson 1982, 1984; Niosi y Faucher 1991).

En la tercera fase, se aceptó que las interrelaciones que llevan a cabo los agentes para innovar rebasan las fronteras de la empresa y que el proceso de innovación involucra también alianzas técnicas y acuerdos de cooperación entre distintas empresas (Mariti y Smiley 1983; Fusfeld y Hacklisch 1985).

En la cuarta y última fase, se sostiene que el proceso de innovación involucra a agentes y relaciones de distinto tipo y que el ambiente que rodea a las empresas es muy importante para el proceso de innovación. En otras palabras, en esta fase se reconoce la importancia que tienen los SNI para la innovación y para el desarrollo económico.

La presente investigación ha demostrado que la noción de SNI surgió a principios de los 1980 (Freeman 1982/2004) y que durante esa década fue sumando adeptos hasta configurar el ESNI, enfoque formado por un grupo de autores dedicados a estudiar los SNI. En los 1990, el ESNI se difundió a tal grado que propició la aparición de otros conceptos dedicados a analizar los sistemas de innovación a nivel sub-nacional y supra-nacional. Edquist (1997) propuso la noción de Enfoque de los Sistemas de Innovación (ESI) para incluir a todos los autores que estudian los sistemas de innovación en sus distintos niveles. Desde ese entonces, el ESNI, a pesar de haber inaugurado la cuarta fase del estudio de la innovación, sólo puede considerarse como un sub-enfoque del ESI. La teoría de los SNI de Niosi es una de las que conforman el ESNI y el objetivo de este sub-apartado es resumir sus elementos básicos y sus propuestas para impulsar el progreso científico del ESNI.

1.2.2. Elementos fundamentales de la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación de Niosi

En este sub-apartadp se presentan las bases de la teoría de los SNI, las cuales giran en torno a su definición de innovación (sub-apartado 1.2.2.1) y de SNI (sub-apartado 1.2.2.2).

1.2.2.1. ¿Qué es la innovación?

La teoría de los SNI de Niosi parte de distinguir entre innovación y tecnología (Niosi *et al.* 1993; Niosi 2000). La tecnología se define como el conocimiento técnico, codificado y no codificado, relacionado con la producción de bienes y servicios. Respecto al segundo concepto, aunque en el ESNI la innovación se define en sentido amplio (no se reduce a los productos y servicios nuevos o mejorados, sino que incluye también a las innovaciones institucionales, sociales y organizacionales), esta teoría decide adoptar una definición estrecha de innovación (productos y procesos con importancia económica nuevos y mejorados), argumentando que las innovaciones institucionales, sociales y organizacionales "tienen poco impacto en la actividad económica, la mayoría de las veces permanecen protegidas por el secreto industrial y se difunden poco en el sistema productivo." (Niosi *et al.* 1993: 210)

Otro rasgo de la teoría de los SNI de Niosi es que considera que los únicos agentes innovadores del sistema son los departamentos de I&D de las grandes empresas, apoyados con investigación fundamental y aplicada por laboratorios de gobierno y por universidades.

Por último, esta teoría formula que la innovación es un proceso geográficamente localizado, porque se presenta únicamente en algunos países desarrollados y, sobre todo, en unas cuantas regiones dentro de esos países.

1.2.2.2. Definición y estructura de los Sistemas Nacionales de Innovación

La teoría de los SNI de Niosi define a estos sistemas como "un conjunto de instituciones interrelacionadas, cuyo núcleo está formado por grandes empresas, por agencias de gobierno y por universidades que producen, difunden y adaptan nuevo conocimiento técnico" (Niosi 2002: 291).

La presente investigación ha establecido que en el ESNI existen opiniones divididas en cuanto a la amplitud de los SNI. Por una parte, está la práctica individual que dirige Nelson, la cual adopta una definición *estrecha* de los SNI que incluye únicamente a grandes empresas privadas con capacidad de I&D, universidades de investigación y laboratorios de gobierno; y, por otra, están las

prácticas individuales encabezadas por Freeman, Lundvall y Edquist, las cuales se inclinan por una definición *amplia* de los SNI que incluye al SNI estrecho más los organismos (públicos y privados) que financian las actividades innovadoras y el sistema regulatorio a cargo del gobierno.

La definición de SNI citada en el primer párrafo y el reconocimiento explícito en Niosi (2000: 6), apoyan la afirmación de que la práctica individual que encabeza Niosi adopta una definición *estrecha* de los SNI. En este sentido, según esta teoría, los elementos fundamentales de los SNI son las grandes empresas, los laboratorios de gobierno, las universidades, el gobierno y las relaciones que se establecen entre ellos.

Las funciones que desempeñan los componentes del núcleo central de los SNI son las siguientes (ver Niosi *et al.* 1993; Niosi 2000, 2002): La gran empresa es el agente innovador del sistema y sus funciones son hacer I&D, investigación temporal e investigación basada en proyectos. Este agente le suministra al sistema innovaciones (nuevos procesos y productos) y algunos productos intermedios (reportes de investigación, prototipos, plantas piloto, blue-prints y manuales de operación).

Las universidades se dedican a la capacitación y a la investigación fundamental. Ellas alimentan al sistema con publicaciones, capital humano (profesionistas, ingenieros, científicos, tecnólogos, etc.), patentes y nuevas ideas acerca del mundo (características físicas, químicas y biológicas de materiales/organismos/fenómenos).

Los laboratorios de gobierno hacen investigación aplicada y un poco de I&D fundamental. El sistema obtiene de ellas publicaciones, patentes, prototipos, plantas piloto y algoritmos.

La función del gobierno dentro de los SNI también es importante, porque financia las actividades de I&D, orienta la especialización tecnológica del país mediante las misiones que persigue en el sistema mundo, establece redes de innovadores de política industrial y regula la actividad innovadora.

Por último, esta teoría señala que las relaciones que establecen los componentes de los SNI se manifiestan en la forma de flujos financieros, humanos

regulatorios (marco legal, propiedad intelectual, patentes, política de innovación) y de conocimiento. También indica que la densidad de los vínculos de un SNI (la cantidad de relaciones que establecen sus componentes) depende, por un lado, de las rutinas internas de cada componente (determinantes *micro*)[86] y, por otro, de las políticas del gobierno (determinantes *macro*).[87] (Niosi 2000: 7-8).

1.3. Incidencia de los cambios estructurales experimentados por el capitalismo en la posguerra en los Sistemas Nacionales de Innovación

En la posguerra se configuró un nuevo paradigma tecno-económico (Freeman y Perez 1988; Perez 1983, 1985), cuyo elemento central fue un racimo de tecnologías constituido por la microelectrónica, los nuevos materiales, la biotecnología y la nano tecnología. Las características de este grupo de tecnologías son una fuerte dependencia en el conocimiento, un acelerado cambio tecnológico, una gran necesidad de coordinar y estandarizar a los agentes innovadores, un uso intensivo de I&D e introducir formas organizacionales nuevas y más complejas.

El nuevo paradigma se vio acompañado por el rápido crecimiento del comercio internacional, el surgimiento de un mundo multi-polar, la aparición de sistemas económicos y sociales cada vez más abiertos y la internacionalización de la ciencia y la tecnología.

Un análisis empírico sobre la internacionalización de la tecnología en los países desarrollados, llevado a cabo por la teoría de los SNI de Niosi, evaluó el alcance de la apertura de los SNI mediante los flujos de ciencia y tecnología en esos países (Niosi y Bellon, 1994, 1996). Los flujos que se evaluaron fueron la I&D de las empresas multinacionales, las alianzas técnicas internacionales, la transferencia internacional de tecnología, el comercio internacional de bienes de

---

[86]. Los determinantes *micro* (rutinas organizacionales) son las respuestas de las empresas a las presiones ambientales y su persistencia depende de su eficiencia para obtener ventajas competitivas sobre los competidores. Las empresas establecerán rutinas que las vinculen con otras organizaciones (intercambiarán recursos con otras organizaciones) si eso les reporta ventaja competitiva.

[87]. Los determinantes *macro* (políticas de gobierno) son las acciones del gobierno que modifican la intensidad de los vínculos en los SNI mediante el establecimiento de las reglas bajo las cuales operan sus componentes (leyes anti-monopolio, política industrial y tecnológica, regulaciones de mercado), a través del financiamiento público o fomentando la creación de sistemas tecnológicos nuevos, o sea, redes de agentes que interactúan en un área tecnológica.

capital, los flujos internacionales de personal científico y técnico y la cooperación científica en proyectos internacionales. Los resultados de la evaluación fueron los siguientes:

1) Que el tipo y alcance de la globalización de los SNI varía bastante de un país a otro: mientras los países pequeños experimentan grandes flujos internacionales de conocimiento científico y tecnológico y de tecnología incorporada, los SNI de los países grandes no-europeos son más auto-suficientes, o sea, se han visto menos afectados por los flujos científicos y tecnológicos internacionales.
2) Que todos los flujos medidos fueron considerables (entre 10% y 30% comparados con los flujos internos) y están creciendo a veces aceleradamente, lo cual indica que los SNI son menos "nacionales" que hace 20 años.
3) Que, considerados individualmente, los distintos tipos de flujos medidos difieren en cuanto a su intensidad: el patentamiento externo es el que más ha crecido, el flujo de investigadores es el que menos ha aumentado, la cooperación científica internacional es más intensa que la transferencia internacional de tecnología.
4) Que el único bloque científico y tecnológico supranacional que parece estar surgiendo es el de la Unión Europea, o sea, que los flujos internacionales de tecnología en la Unión Europea son mucho mas intensos que en otros bloques económicos (ASEAN, NAFTA).
5) Por último, que la intervención del gobierno influye mucho en el perfil que adoptan los SNI en los distintos países. (Niosi y Bellon 1994: 189-190).

A partir de estos elementos, la teoría de los SNI de Niosi señala que la creciente complejización del proceso de innovación, junto con el estancamiento científico del ESNI, le han planteado a este enfoque retos teóricos que no ha sido capaz de enfrentar. Por ejemplo, la equifinalidad del desarrollo económico (los países alcanzan niveles de desarrollo económico similares con SNI distintos), la presencia de mecanismos de retroalimentación entre distintos SNI, el

debilitamiento de las relaciones internas de los SNI, las cuales se manifiestan en la internacionalización de las actividades innovadoras y la co-evolución de los SNI.

Ante esta situación, los teóricos de la globalización (Ohmae 1991, Reich 1991) han propuesto que hay una tendencia hacia la homogeneización de los bienes y servicios, la masiva deslocalización de la industria, la completa desregulación de la producción, la perfecta fluidez de los mercados de capital, la apropiación total de la tecnología por parte de las multinacionales y, consecuentemente, la desaparición de los SNI debido a que los países alcanzarían, mediante el *catching up*, una completa convergencia. En contraste, la teoría de los SNI de Niosi indica que la internacionalización de las actividades innovadoras no implica la desaparición de los SNI, pero también, que para demostrarlo es necesario aumentar el rigor teórico del ESNI, avanzar en la formalización de sus nociones descriptivas y mejorar los indicadores que miden su efectividad. El siguiente sub-apartado especifica las propuestas de esta teoría para impulsar el progreso científico del ESNI.

1.4. Aportes de la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación de Niosi al progreso científico del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación

Para elevar el rigor teórico del ESNI, para aumentar la formalización de sus nociones descriptivas y para mejorar los indicadores que miden su efectividad, la teoría de los SNI de Niosi plantea realizar una síntesis teórica con las propuestas de dicho enfoque, de la Economía Evolutiva y de la Dinámica de Sistemas (una de las teorías de la complejidad) y usar los conceptos y metodologías resultantes para analizar los SNI. El presente sub-apartado se dedica a desplegar en sus partes esta propuesta.

Para alcanzar ese objetivo, este sub-apartado comienza revisando el concepto de "SNI abierto" (sub-apartado 1.4.1). Luego se exponen las nociones de "Sistema Complejo Evolutivo" (sub-apartado 1.4.2) y de "Sistema Complejo Dinámico" (sub-apartado 1.4.3). Por último, se presentan las herramientas conceptuales y metodológicas que elabora esta teoría para estudiar el desempeño de los SNI, particularmente al nivel de las instituciones individuales, que giran en torno a la eficiencia y la efectividad de estos sistemas (sub-apartado 1.4.4).

1.4.1. Convergencia *versus* especialización: la naturaleza de los Sistemas Nacionales de Innovación abiertos

La economía neoclásica señala que los países cuentan con dotaciones distintas de recursos, que en una economía abierta los países se especializan en producir bienes y servicios para los cuales tienen mejores dotaciones de recursos y de mano de obra, que el libre comercio de bienes y servicios impulsa el desarrollo económico de todos los países (su convergencia en cuanto a desempeño económico) porque les permite sacar provecho de sus respectivas ventajas comparativas; y que, por tanto, la divergencia entre países proviene, no de la especialización, sino de la falta de libre comercio.

Acorde con los supuestos de la teoría neoclásica, otros autores han propuesto que también existe una tendencia hacia la convergencia tecnológica de los países. Rostow (1960), por ejemplo, plantea una visión radical de la convergencia tecnológica, según la cual la imitación y la difusión de la tecnología llevarán a todos los países a desarrollarse económica y tecnológicamente. En una versión matizada, la Teoría del Ciclo de Vida de la Tecnología de Vernon (1966) señala que las ventajas del seguidor son aprovechadas por los países seguidores cercanos, pero no por los países recién llegados. Por tanto, según Vernon, la convergencia en cuanto a desarrollo económico y tecnológico sólo es experimentada por unos cuantos países. En el mismo sentido que Vernon, Abramovitz (1986) y Baumol (1986) señalan que la convergencia en cuanto al desarrollo económico es privativa de unos cuantos países industrializados.

En contraste con la teoría convencional, Porter (1990) señala que la especialización no es un factor explicativo, sino uno dado, porque ningún país puede producir todo lo que necesita. También indica que la especialización no depende únicamente de los recursos naturales y de la mano de obra, sino también de la infraestructura, la organización, la tecnología, los efectos acumulativos del aprendizaje, la reputación de la marca, las relaciones productor usuario y la acción del gobierno. En este sentido, este autor sostiene que la divergencia entre países es lo normal y que no se debe a la falta de libre comercio, sino a la propia especialización. En otras palabras, Porter formula que todos los países tienden

hacia un desempeño económico distinto precisamente porque cuentan con activos, habilidades y tecnologías distintas. Este punto de vista es compartido por la Economía Evolutiva y por la Teoría Evolutiva del Cambio Técnico.

Sin embargo, el apartado anterior mostró que desde 1945 se ha presentado un fenómeno que contradice a estas dos teorías: se ha configurado un grupo de 15-20 países que, por un lado, se ha especializado tecnológicamente, o sea, ha adquirido habilidades tecnológicas en áreas específicas que lo diferencian de los demás; y, por otro, ha experimentado convergencia en cuanto a su desempeño económico. En otras palabras, en la posguerra el desarrollo económico se ha vuelto un fenómeno *equifinal* (*multi-estable*), porque estos países han experimentado niveles de desarrollo económico similares con configuraciones tecnológicas distintas.

El ESNI atribuye este fenómeno a que esos países cuentan con estructuras institucionales idiosincráticas que facilitan la especialización tecnológica, la cual, a su vez, impulsa el desarrollo económico. Estas estructuras se denominan SNI y, según este enfoque, tienen las siguientes características: i) son *path dependent* (dependientes de la trayectoria), porque su historia influye en su desempeño actual, ii) tienen un alto grado de *especificidad nacional* (son perfilados por recursos naturales, actividades innovadoras, recursos humanos, tipo de gobierno, tamaño, instituciones específicas), iii) son *equifinales* (tienen un *equilibrio múltiple*) porque, aunque muestran un desempeño similar, éste se explica por interacciones y arreglos institucionales muy distintos, iv) tienen *diversidad institucional*, o sea, sus componentes son muy distintos y vi) son *interaccionistas* (su funcionamiento depende de las interacciones que llevan a cabo sus componentes).

Algunos autores han tratado de hacer compatibles la convergencia con la especialización. Fagerberg (1987), por ejemplo, elaboró un modelo compatible con la convergencia y la especialización. Según este modelo, las brechas tecnológicas no declinan automáticamente, o sea, la convergencia depende de la actividad innovadora y de los esfuerzos internos por invertir en conocimiento y tecnología. Una variante de este modelo fue propuesto por Pérez y Soete (1988). Estos autores señalan que la convergencia y el *catching up* se implementan más

fácilmente cuando inician los nuevos paradigmas tecnológicos, porque en esa etapa la ciencia básica todavía es un factor importante en el proceso de innovación.

Para impulsar el progreso científico del ESNI, la teoría de los SNI de Niosi plantea explicar la evolución este enfoque mediante las nociones de "sistema abierto"[88], convergencia, divergencia y *catching-up*.

En este sentido, esta teoría formula el concepto de *SNI abierto*, señalando que éste es compatible con lo que sostienen los dos últimos enfoques. Primero, porque señala que, aunque la internacionalización de la tecnología promueve la convergencia de los SNI mediante la transferencia internacional de tecnología, la actualización tecnológica está limitada, entre otros, por los siguientes factores: i) la dotación de recursos naturales, ii) los efectos acumulativos de la organización y especialización industrial, iii) los distintos *stocks* nacionales de conocimiento, iv) las distintas instituciones políticas y económicas de cada país, v) la mayor parte de la tecnología es específica a la industria y a los recursos, vi) la tecnología que es valiosa frecuentemente es patentada o se mantiene como secreto industrial, vii) la tecnología no migra tan fácilmente como la ciencia y viii) el proceso de innovación es cada vez más complejo. Por tanto, el nivel de especialización y convergencia en cuanto a producción, innovación y estructuras comerciales es distinto en cada país.

Por otra parte, el concepto de SNI abierto señala que la relativa apertura de los SNI está acompañada, por un lado, por una creciente cooperación y competencia internacional entre empresa y gobiernos; y, por otro, por una mayor especialización tecnológica.

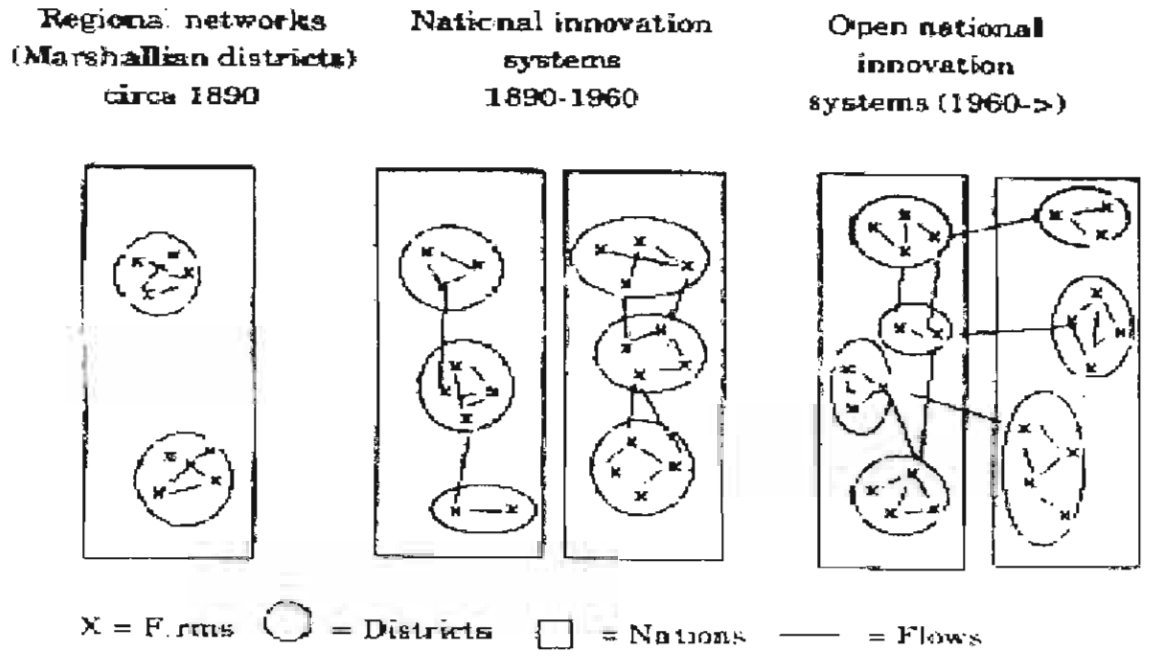
---

[88]. Según este autor (ver Niosi, 2004: 3-4), un sistema abierto –a diferencia de un sistema cerrado, que tiende hacia el equilibrio, o sea, hacia un estado donde sus elementos tienden a adquirir el máximo grado de aleatoriedad– tiene dos características: la primera es que tiende a alejarse del equilibrio debido a que permite el intercambio de materia, energía e información con su ambiente; y la segunda es que, a medida que se aleja del equilibrio, experimenta transiciones discontinuas hacia estados de creciente orden y complejidad. Las transiciones que experimentan los sistemas abiertos tienen las siguientes propiedades: 1) Después de cada transición, el sistema aumenta su orden y complejidad, 2) las transiciones son *equifinales* o *multiestables*. En otras palabras, después de un período de transición, un SNI puede llegar a adquirir uno o varios arreglos institucionales distintos al arreglo del cual partió, 3) cerca de cada transición, y como resultado de accidentes históricos, el sistema puede experimentar fluctuaciones estocásticas y mostrar un comportamiento indeterminado Esto puede modificar el estado final del sistema. En otras palabras, la historia de los sistemas cuenta, 4) la transición de los sistemas abiertos es irreversible, o sea, el sistema no puede volver a su estado original sin introducir un cambio en el ambiente, y 5) las transiciones de los sistemas abiertos pueden conducir a un *lock-in* tecnológico.

En suma, el concepto de SNI abierto establece que, más que globalización de los SNI, lo que se observa desde 1960 es una internacionalización con especialización, la cual se despliega en procesos multidimensionales mediante los cuales algunas etapas clave de la actividad innovadora son desempeñadas por agentes localizados en distintos SNI.

Al sostener que las redes internacionales de innovación modifican a los SNI y a los sistemas de innovación sub-nacionales, pero no los sustituyen, el concepto de SNI abierto se distingue tanto de las teorías que enfatizan exclusivamente a las redes regionales de innovación como de las teorías que señalan que la innovación es esencialmente internacional, y propone, en contraste, que los SNI siguen siendo importantes y que coexisten, interactúan y se vinculan con los sistemas de innovación locales y supra-nacionales. La figura figura 6.1 ilustra este fenómeno mostrando cómo han ido evolucionando los SNI y los sistemas locales de innovación.

Figura 6.1. *Evolución de los Sistemas de Innovación Nacionales y Locales*



Fuente: Niosi y Bellon (1994: 194)

Según esta figura, los distritos industriales marshallianos, donde los factores locales predominan, dirigieron el proceso de innovación hasta fines del siglo XIX. Desde ese entonces y hasta 1960, el proceso de innovación empezó a depender, ya no sólo de factores locales, sino también del marco institucional que afecta a nivel nacional, o sea, cobraron fuerza los SNI. Por último, desde 1960, la globalización de la economía y el nuevo paradigma tecno-económico permitieron la aparición de los SNI abiertos, los cuales muestran fuertes relaciones nacionales, estables relaciones locales e incipientes relaciones internacionales. Esta nueva situación contrasta con la idea, presente en las primeras propuestas dentro del ESNI, de que, para el los SNI conserven "coherencia" y "persistencia", sus vínculos con el ambiente deben ser más débiles que los que establecen sus elementos entre ellos.

Con base en el análisis empírico de los flujos internacionales de tecnología, la teoría de los SNI Niosi estipula, por un lado, que un SNI es más abierto a medida que, gracias al *catching up*, adopta las rutinas, la tecnología y la ciencia de otros SNI.

Por otra parte, esta teoría señala que la globalización puede llevar a la convergencia de los SNI si es acompañada por una creciente cooperación y competencia entre los distintos SNI. Pero también puede dar lugar a la divergencia de los SNI si, por el aumento de la especialización, provoca que muchos países sean excluidos de los flujos internacionales de ciencia y tecnología.

Por último, esta teoría también indica que en un ambiente de globalización, los SNI abiertos alientan la imitación y convergencia, mientras que los SNI cerrados acentúan la divergencia y exclusión.

1.4.2. Los Sistemas Nacionales de Innovación como "Sistemas Complejos Evolutivos"

El concepto de "SNI abierto" es una vía indirecta para realizar la "síntesis teórica" que necesita el ESNI para aumentar su rigor teórico.

El segundo intento en este sentido, más explícito, fue realizado en Niosi (2003). Este intento consistió en identificar algunos temas compartidos por el

ESNI, la Economía Evolutiva y lo que laxamente se denominó "Enfoque de la Complejidad".[89] El cuadro 6.1. ilustra los puntos de contacto de estas tres teorías en cuanto a base micro-conductual, tipos de conocimiento, dependencia de la trayectoria, multi-estabilidad y cambio.

Cuadro 6.1. *Temas compartidos por la Economía Evolutiva, el Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación y las Ciensias de la Complejidad*

Temas	Economía Evolutiva	Ciencias de la Complejidad (Dinámica de Sistemas)	Sistemas de Innovación
Base micro-conductual	Racionalidad limitada (Nelson y Winter 1982)	Racionalidad natural (Darley y Kauffman 1997)	¿Racionalidad limitada?
Tipos de conocimiento tomados en cuenta	Local y general, codificado y tácito	Local y general, codificado y tácito	Local y general, codificado y tácito
Aprendizaje	Lo evoca algunas veces	Central	Central
Path-dependency o sendero-dependencia	Central	Central	Lo evoca algunas veces
Multiestabilidad o equilibro múltiple	Central	Central	Lo evoca algunas veces
Cambio	Central	Central	Importante

Fuente: Niosi (2003: 1)

Este cuadro muestra que la Economía Evolutiva y la "ciencia de la complejidad"[90] comparten todos los temas, excepto la base micro-conductual. Con base en este

[89]. Es conveniente aclarar desde este momento que Niosi equivocadamente denomina "enfoque de la complejidad" a una de las ciencias de la complejidad: la dinámica de sistemas. Esta confusión es mantenida incluso en su documento de 2004, porque ahí define la dinámica de sistemas, siguiendo a Forrester (1971), como aquella ciencia que permite analizar los fenómenos económicos y sociales complejos como sistemas dinámicos. Según Niosi, sí se supone, siguiendo a Forrester, que las variables explicativas del comportamiento *micro* de los sistemas de innovación (agentes con racionalidad limitada, conocimiento "*sticky*" tan importante como la información "*leaky*") son similares a los elementos teóricos generales de los sistemas complejos (equilibrio múltiple, sendero-dependencia, agentes que se adaptan y aprenden), la integración de la metodología de la dinámica de sistemas y el enfoque de los sistemas de innovación será fácil. Bajo este supuesto, para Niosi la dinámica de sistemas ha presentado modelos con efectos de retroalimentación positiva, que tienden a sacar a los sistemas fuera del equilibrio durante el crecimiento sostenido; también ha presentado modelos con efectos fuertemente negativos que tienden a mantener al sistema en el estancamiento, e incluso, ha presentado modelos que combinan efectos de retroalimentación negativa y positiva con distintos niveles de crecimiento y estancamiento.

Por otra parte, de manera inexplicable, Niosi toma después a la dinámica de sistemas como sinónimo de los sistemas complejos adaptables, los cuales define con base en Arthur (1999), como aquellos sistemas 1) cuyos agentes actúan en paralelo, o sea, tienen una actuación dispersa, 2) que no poseen controlador universal, 3) que tienen una organización jerárquica, es decir, cuentan con distintos niveles de interacción y organización; 4) que, gracias a que sus agentes acumulan experiencia, experimentan una adaptación continua, 5) que innovan perpetuamente, es decir, todo el tiempo están creando nuevos mercados, tecnologías, comportamientos, rutinas e instituciones; y 6) que operan fuera del equilibrio.

[90]. Aquí cabe acotar que las palabras entrecomilladas son importantes porque, desde nuestro punto de vista, no existente una teoría general de la complejidad, sino una serie de "ciencias" relacionadas con los principios de los sistemas complejos, que más bien llegan a constituir las "ciencias de la complejidad"; también, que los sistemas complejos tienen la característica de ser sistemas "abiertos", pero también comparten una serie de rasgos que van más allá de tal noción, la cual fue propuesta originalmente por Bertalanfy; por último, cabe acotar que los sistemas complejos incluso son una categoría muy amplia que incluye una variante

hallazgo, la teoría de los SNI de Niosi propone que los SNI, además de abiertos, también son "Sistemas Complejos Evolutivos" y deben estudiarse como tales.[91] En otras palabras, con base en el contenido de cuadro 6.1., esta teoría apuntala la propuesta de que, para impulsar el progreso científico del ESNI, es necesario aplicar las nociones del "enfoque de la complejidad" al estudio de los SNI.

De hecho, en ese documento esta teoría aplica su "síntesis teórica" al análisis de los sistemas regionales de innovación.

El punto de partida de ese análisis es que los *clusters*, las regiones de aprendizaje[92] y los SRI[93] son fenómenos distintos. Posteriormente, se establecen los siguientes supuestos: i) que el carácter local del conocimiento es fundamental en los Sistemas Regionales de Innovación, ii) que las redes son canales de conocimiento, iii) que las instituciones sirven como almacenes del mismo, iv) que la incubación es un mecanismo reproductivo central y v) que la inercia proviene de los grandes grupos de trabajo. Por último, se apunta que existen tres *fuentes de variedad* en los Sistemas Regionales de Innovación: i) la "estructura de gobierno regional" (*regional governance structure*) que, siguiendo a Howells (1999), define como el impacto del gobierno y la división de responsabilidades entre distintos niveles de autoridad en un país; ii) la especialización de largo plazo y, siguiendo a Krugman (1991), sugiere que la especialización es resultado de los mercados de trabajo, del conocimiento local proveniente de los *spill-overs* verificados al interior de una industria y del acceso a proveedores especializados;[94] y iii) las diferencias

---

denominada sistemas complejos adaptables, pero no una noción que se denomine sistemas complejos "evolutivos". Como sea, el intento de Niosi es ver a los SNI como sistemas complejos que evolucionan. De ahí su interés en meter a la teoría evolutiva en su síntesis.

[91]. Agrega además que el "enfoque de la complejidad" se ha difundido mucho y ha encontrado aplicación en otras áreas del conocimiento, por ejemplo, Radzicki y Sterman (1994) vinculan explícitamente a la economía evolutiva con la dinámica de sistemas; en el seno del Santa Fe Institute ha surgido una nueva rama de la economía denominada Economía de la Complejidad (Colander 2000); Axelrod (1997) ha aplicado el Enfoque de la Complejidad a la Ciencia Política y Sterman (2000) utilizó sus principios en la teoría de los negocios.

[92]. Las cuales define como regiones que cuentan con habilidades de innovación.

[93]. Al principio Niosi define a los Sistemas Regionales de Innovación como sistemas que incluyen un arsenal completo de organizaciones e instituciones (incluidas las que permiten probar en el mercado a la tecnología), pero al final, termina por adoptar la definición de Sistemas Regionales de Innovación de Cooke y Morgan (1998: 70-71).

[94]. Cabe acotar, sin embargo, que otros autores han señalado que la clave está en los *spill-overs* entre industrias.

centro/periferia, las cuales llevan a enfatizar el hecho de que en la mayoría de los países industrializados una gran área metropolitana centraliza un alto porcentaje de las actividades de innovación.

Con base en estos elementos, se analizan empíricamente los Sistemas Regionales de Innovación de la Aeronáutica, la Biotecnología y la Tecnología de la Información (Niosi 2003: 4-7) para demostrar que la "síntesis teórica" funciona para explicar cómo evolucionan los SNI.

1.4.3. Los Sistemas Nacionales de Innovación como "Sistemas Complejos Dinámicos"

El tercer intento dirigido a configurar la "síntesis teórica" que necesita el ESNI para aumentar su rigor teórico fue hecho en Niosi (2004).

Partiendo de que la teoría del ESNI es tan descriptiva que hace difícil establecer vínculos causales entre las variables, este intento consistió de dos iniciativas. La primera de ellas fue señalar que, tan pronto como se evocan la dinámica de sistemas y la simulación por computadora, los gobiernos nacionales aparecen como el *Deus et Machina* del desarrollo tecnológico, porque su función es otorgar incentivos a la I&D privada y a las universidades, así como apoyos a la educación científica y técnica. Todo esto para solucionar las "fallas de mercado" mediante la creación de laboratorios públicos que difundan tecnología y financiamiento a las empresas públicas.[95] La segunda iniciativa fue indicar que la dinámica de sistemas retoma la noción de multi-estabilidad, la cual propone que el desarrollo económico puede alcanzarse con más de una configuración estable de instituciones tecnológicas, o sea, con más de un tipo de SNI.

A partir de estos señalamientos, la teoría de los SNI de Niosi establece que, como el "enfoque de la complejidad" (que él identifica con la dinámica de sistemas) es una herramienta importante para modelar vínculos e interacciones causales en cualquier sistema, también es susceptible de aplicarse a sistemas complejos como los SNI. Adicionalmente, esta teoría apunta que tanto la dinámica

[95]. Esto pareciera estar muy a tono con la tesis de Gerschenkron (1965) de que el gobierno es un agente necesario para el *catching-up*. Sin embargo, a diferencia de Gerschenkron, la teoría de los SNI de Niosi enfatiza que el gobierno debe proporcionar recursos, incentivos y coordinación al proceso de innovación, pero no ser un agente activo en dicho proceso.

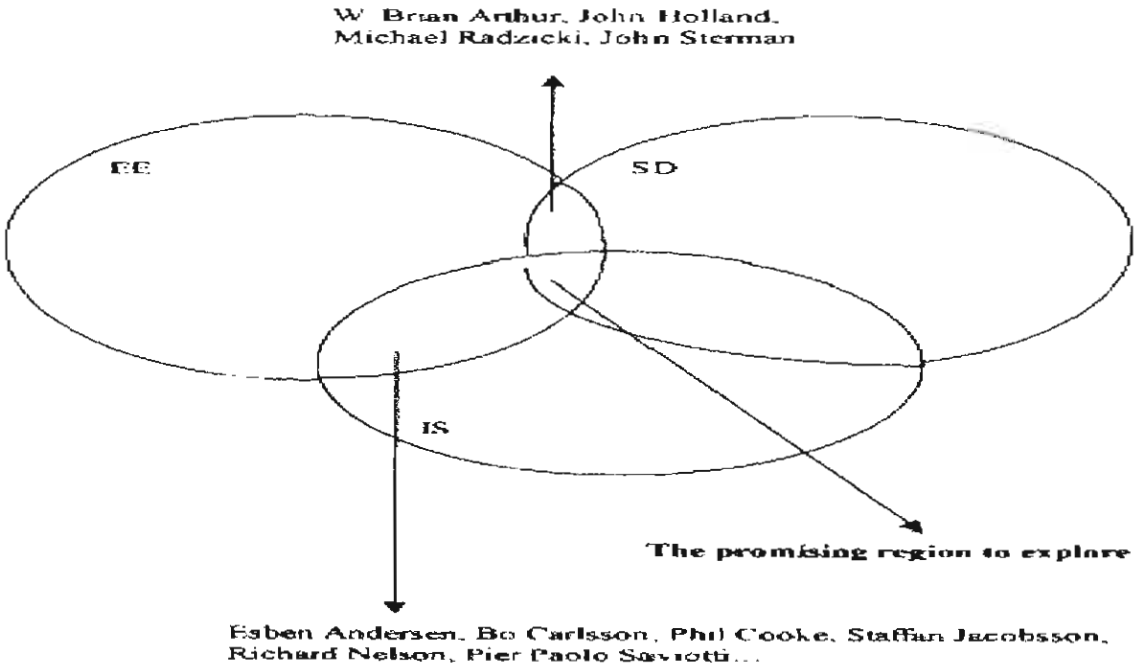
de sistemas como el ESNI son teorías interdisciplinarias y que el ESNI puede experimentar progreso científico si utiliza la metodología de la dinámica de sistemas y si usa modelos dinámicos para ordenar el vasto e interesante, pero descriptivo, material que describe el origen, el funcionamiento y la evolución de los SNI.

Por otra parte, esta teoría establece que la dinámica de sistemas puede ayudar a encontrar las trayectorias de desarrollo de los SNI y a identificar las vías alternativas con las que cuentan las empresas para ajustarse a los incentivos de política pública diseñados por el gobierno para fomentar la innovación.

Por último, la teoría de los SNI de Niois propone que distintos modelos de negocio (o formas de organización de las empresas) pueden corresponderse con varios tipos de SNI, con varias etapas de desarrollo de los SNI y con diferentes industrias y tecnologías.

En suma, la teoría de los SNI de Niosi señala que, para que el ESNI experimente progreso científico, debe, primero, desenvolverse en una corriente de pensamiento mayor; segundo, para ser fuente de conceptos claros y de hipótesis comprobables acerca de la evolución probable de los SNI, así como del papel de las políticas que buscan crear o fortalecer tales sistemas, debe centrarse más en la economía evolutiva y usar más la modelación de sistemas dinámicos; y, tercero, para superar la ambigüedad conceptual y la teorización descriptiva, y empezar a conformar una teoría más formal y a facilitar la comprobación de hipótesis más claras, debe incorporar a su estudio una síntesis de teorías poco explorada que incluya nociones de la economía evolutiva y de la teoría de los sistemas complejos (ver figura 6.2.).

Figura 6.2. Síntesis Teórica "prometedora" para impulsar el progreso científico del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación propuesta por edquist



Fuente: Niosi (2003: 8)

Para ilustrar la potencialidad de la síntesis teórica propuesta, esta teoría proporciona cuatro ejemplos de cómo algunos autores del ESNI han incorporado las nociones de la dinámica de sistemas al estudio de los SNI. Primero, Kim (2000) señala que en la política industrial de Corea del Sur en la posguerra huvo "retroalimentaciones negativas", porque las acciones de política que al principio ayudaron a la industrialización, posteriormente dificultaron la creación de nuevas industrias e inhibieron la creatividad. Liu y White (2001), por su parte, mostraron que una estrategia exitosa de *catching up* es hacer que las empresas compitan y cooperen al mismo tiempo para innovar. En tercer lugar, Niosi (2000) muestra que un SNI puede transitar por varias etapas de manera natural. Por último, Mowery y Rosenberg (1993) encontraron que el gobierno no siempre es un factor clave en los SNI.

La teoría de los SNI de Niosi concluye, a partir de estos ejemplos, que la incorporación de la dinámica de sistemas para analizar los SNI ha hecho progresar al ESNI al menos en dos sentidos: i) aclarando los vínculos causales que se establecen entre sus componentes[96] y ii) mostrando que los SNI son sistemas equifinales (experimentan multi-estabilidad) porque los países experimentan desarrollo económico con distintas configuraciones institucionales.

1.4.4. ¿Cómo medir los Sistemas Nacionales de Innovación?

Esta investigación ha establecido que la teoría de los SNI de Niosi supone que hay una relación positiva entre el desarrollo económico de un país y su propensión a innovar (el nivel y características de sus innovaciones). Esta relación positiva explica el interés que desde un principio ha tenido esta teoría en la dimensión del desempeño de los SNI.

A diferencia de la práctica individual de Edquist, la cual se interesa en los determinantes de los SNI porque supone que, al perfilarlos, el ESNI tendrá una idea más clara de la dinámica de los SNI, la teoría de los SNI de Niosi presume que el ESNI puede explicar esa dinámica evaluando el grado de apertura de los SNI y conociendo el desempeño de dicho sistema en su conjunto o de los elementos que lo constituyen (que él denomina "instituciones", sin importar si son organismos públicos, empresas o universidades).

1.4.4.1. Medición de los Sistemas Nacionales de Innovación en el Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación

El punto de partida de la teoría de los SNI de Niosi es el señalamiento de que en el ESNI se han ensayado tres formas de medir los SNI (ver Niosi et al. 1993: 222-224): La primera de ellas es la más común y se basa en las características de los

[96]. En este sentido, por ejemplo, se reafirma la importancia que tiene el gobierno en el proceso de innovación y se especifican sus funciones: i) para las historias más descriptivas, el gobierno se desempeña como el *Deus et Machina* del desarrollo económico, porque incentiva la I&D, porque apoya la capacitación y educación científica y técnica de alto nivel, porque crea laboratorios públicos y porque financia empresas públicas; ii) para algunos economistas norteamericanos, el gobierno juega el papel de proveedor de capital y de árbitro entre consumidores e inversionistas; iii) para el ESNI, el gobierno es proveedor de recursos, de incentivos y de coordinación para la innovación; y iv) para Mohnen y Röller (2005), el gobierno elabora políticas tecnológicas super-modulares que buscan, por un lado, hacer que las empresas innoven y, por otro, incrementar el esfuerzo innovador de las empresas.

componentes de los SNI. Las prácticas individuales del ESNI que han aplicado este tipo de medición, han usado los siguientes indicadores: i) el número de laboratorios de I&D, ii) el tamaño relativo de los laboratorios de I&D, iii) el grado de centralización: proporción de aplicación de las patentes que llevan a cabo los laboratorios más grandes o proporción de concentración absoluta, iv) la propiedad y control de las unidades innovadoras (laboratorios de I&D) y v) la unidad de los SNI: distribución regional de los laboratorios de I&D.

La segunda forma de medir los SNI que se ha aplicado en el ESNI se cimienta en las relaciones que establecen los componentes de estos sistemas y, comparativamente, son menos frecuentes que las del primer tipo. Las prácticas individuales del ESNI que han usado esta forma de medir los SNI parten de que las relaciones que establecen los componentes de los SNI se manifiestan en distintos tipos de flujos: financieros, tecnológicos, sociales, comerciales, legales, de personal. Uno de los indicadores que se han usado en el ESNI para medir los flujos financieros es el financiamiento público o privado de las actividades innovadoras como porcentaje de I&D financiada por uno u otro sector. Los flujos tecnológicos se han medido con: i) los movimientos de conocimiento entre los agentes, dados por citas científicas en patentes, publicaciones científicas por parte de los laboratorios de I&D, citas científicas en publicaciones industriales, ii) los acuerdos de licencia, que son principalmente desconocidos y iii) las publicaciones especializadas.

La tercera forma de medir los SNI que se ha usado en el ESNI gira en torno al desempeño de dichos sistemas. Este tipo de medición es poco común en el ESNI y contempla dos tipos de indicadores. La medición directa de la propensión a innovar de los SNI, que ha utilizado indicadores como: i) patentes por investigador o por 1 mmd gastado, ii) contribución de las patentes y los artículos publicados al *stock* mundial de conocimiento científico y iii) patentes otorgadas en EU a empresas extranjeras. La medición indirecta de la propensión a innovar de los SNI se ha basado en los siguientes indicadores: i) flujo internacional de bienes/servicios/pagos intensivos en tecnología, ii) importación/exportación de

bienes y servicios de alta tecnología, iii) balances de pagos tecnológicos y iv) balances internacionales de patentes.

1.4.4.2. Internacionalización de las actividades innovadoras

Para determinar el grado de apertura de los SNI, la teoría de los SNI de Niosi desarrolla indicadores para medir el *stock* y los flujos internacionales de tecnología (Niosi y Bellon 1994, 1996). En otras palabras, esta teoría lleva a cabo una medición de la internacionalización de las actividades innovadoras en los países de la OECD que toma en cuenta seis dimensiones: i) la I&D de las empresas multinacionales, medida con tres indicadores: "proporción de los gastos de I&D bajo control extranjero dentro del total del gasto de I&D de las empresas de un país", "I&D desarrollada por las subsidiarias de un país" y "gastos de I&D en Estados Unidos hechos por empresas extranjeras"; ii) alianzas técnicas internacionales, utilizando el indicador "gastos de I&D hechos en un país por empresas controladas por capital extranjero", iii) transferencia internacional de tecnología, medida mediante dos indicadores: "recepciones de, y pagos por, servicios técnicos como porcentaje del gasto total en I&D" y "participación de las patentes domésticas en las aplicaciones nacionales de las patentes de los países industrializados más grandes", iv) comercio internacional de bienes de capital e intensivos en tecnología, v) flujo internacional de personal científico y técnico, medido con el indicador "participación de estudiantes extranjeros en los programas universitarios de los países desarrollados" y vi) publicación internacional conjunta de artículos científicos, medido con el indicador "artículos escritos en co-autoría por científicos que trabajan en diferentes países.

1.4.4.3. Vías para medir el desempeño de los Sistemas Nacionales de Innovación

Por último, para evaluar el desempeño de los SNI, la teoría de los SNI de Niosi propone, siguiendo la propuesta de Lundvall (1992: 6), medir la eficiencia y efectividad de los SNI.

Para explicar la propuesta de esta teoría, es conveniente recordar que Leibenstein (1976, 1978) propuso que la organización interna y el conocimiento

acumulado provocan que las organizaciones sean *x-efficient*, o sea, que observen niveles de eficiencia variables. En la presente investigación se ha mostrado que esta idea es apoyada por la Economía Evolutiva, al señalar que la "racionalidad limitada" de sus componentes explica por qué los SNI no "maximizan" su utilidad y bienestar, sino simplemente las "satisfacen", por lo regular por debajo del nivel óptimo de eficiencia.

En este sentido, para evaluar el desempeño de los SNI, la teoría de los SNI de Niosi parte de suponer que, igual que las empresas, los SNI también son *x-efficient*[97] y *x-effective*[98] (Niosi 2000, 2002) y, por tanto, su desempeño puede medirse a través del análisis empírico cuidadoso de su eficiencia y efectividad.

El *benchmarking* es una técnica que utilizan las empresas desde los 1980 para monitoriar el comportamiento de sus competidores y para adoptar las mejores prácticas de las empresas líderes. Bogan y English (1994: 4) la definen como la observación sistemática de las rutinas organizacionales y la comparación de su desempeño en cuanto al uso de recursos, eficiencia y efectividad respecto a las unidades superiores. En otras palabras, el *benchmarking* es la búsqueda de las mejores prácticas que llevan al desempeño superior. En este sentido, los *benchmarks* son indicadores, estadísticas operativas y descripciones gráficas y verbales que revelan las mejores prácticas.

Desde el punto de vista de la teoría de los SNI de Niosi, el *benchmarking* puede aplicarse para evaluar el desempeño de los SNI y para determinar si es necesario rediseñar sus instituciones, crear nuevas instituciones y/o configurar los flujos entre sus componentes. Esta teoría indica además que el *benchmarking* casi no ha sido utilizado en el ESNI para medir el desempeño de los SNI. De hecho, uno de los pocos autores que lo han aplicado son Crow y Boozeman (1998), quienes trataron de explicar la dinámica del SNI de Estados Unidos revisando la eficiencia y la efectividad de las unidades de I&D que conforman a ese sistema.

---

[97]. La *x-eficiencia* es definida por esta teoría como la brecha entre el desempeño observado y el mejor desempeño existente en cuanto a aprendizaje (aprendizaje máximo observado en organizaciones equivalentes).

[98]. La *x-efectividad* se considera como es el grado en el cual las instituciones (componentes de los SNI) alcanzan sus misiones organizacionales (graduar alumnos, hacer ciencia, transferir conocimiento, etc.).

A diferencia de estos autores, quienes aplicaron el *benchmarking* para analizar el desempeño de los SNI en su conjunto, la teoría de los SNI de Niosi propone analizar la dinámica de los SNI mediante un "*benchmarking* sistemático" de los componentes de dichos sistemas (Niosi, 2000: 26).

2. APORTES DE LA PRÁCTICA INDIVIDUAL DE JORGE NIOSI AL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ESNI

El apartado 1 de este capítulo reconstruyó el origen de la teoría de los SNI de Niosi y expuso sus rasgos distintivos. Esa información permitiría elaborar el perfil de la práctica individual de Niosi, de manera parecida a como se edificó la primera práctica de consenso del ESNI.

No obstante, como el objetivo de la presente investigación es especificar de qué manera ha contribuido la práctica individual de Niosi al progreso científico del ESNI, se decidió que la descripción pormenorizada de su perfil, en vez de facilitar, entorpecería la claridad expositiva. Por tanto, el presente apartado omite esa descripción y opta por identificar y describir únicamente las variedades de progreso científico que ha promovido la práctica individual de Niosi respecto a la primera práctica de consenso del ESNI.

El aporte de esta práctica individual al progreso científico del ESNI abarca cinco dimensiones de la primera práctica de consenso: el lenguaje, las preguntas significativas, los enunciados aceptados, los esquemas explicativos y la sabiduría experimental. Los sub-apartados 2.1 a 2.5 describen las variedades de progreso científico alentadas por esta práctica individual en cada una de esas dimensiones, respectivamente. Al final se muestra en qué consiste el progreso en los principios metodológicos introducido por esta práctica individual (sub-apartado 2.6).

Todos los sub-apartados se construyeron comparando las proposiciones de cada una de las dimensiones de la primera práctica de consenso del ESNI con los postulados de la práctica individual de Niosi. Para aumentar la claridad expositiva, en algunos casos fue necesario refrescar la memoria del lector introduciendo, antes del ejercicio de comparación, un brevísimo resumen de lo que significa el progreso científico en esa dimensión de la práctica de consenso.

2.1. Progreso conceptual impulsado por la práctica individual de Niosi

Como en los capítulos III, IV y V, en este apartado se busca determinar si el lenguaje de la práctica individual de Niosi le añade al leguaje de la primera práctica de consenso del ESNI nuevos modos de referencia o si le permite eliminar modos de referencia obsoletos o falsos.

En este caso, mediante el análisis comparativo, se estableció que los términos clave que comparten la primera práctica de consenso del ESNI y la práctica individual de Niosi son: "Sistema", "Sistema Nacional de Innovación" y "brecha tecnológica". Los sub-apartados 2.1.1 a 2.1.3 revelan cómo mejoró esta práctica individual el lenguaje de la primera práctica de consenso del ESNI en estos términos clave.

2.1.1. Progreso conceptual en el término clave "sistema"

El capítulo V asentó que la práctica individual de Edquist induce progreso conceptual debido a que le agrega a su término clave "sistema" los modos de referencia de "componentes principales", "función general" y "determinantes" para explicar su teoría de los SNI "basada en las actividades".

La práctica individual de Niosi, por su parte, alienta el progreso conceptual del término clave "sistema" porque le agrega a su potencial de referencia dos nuevos modos de referencia.

El primero de ellos –apelando al concepto de "sistema abierto" propuesto por Bertalanffy (1950)– suscribe que, para avanzar en el análisis de los SNI, es necesario reconocer que la mayoría de los sistemas establecen relaciones con su entorno, que esas relaciones asumen la forma de flujos tecnológicos, financieros, humanos y regulatorios; que, para conservar su coherencia y persistencia, las relaciones de los componentes de los sistemas deben ser más fuertes que las que establecen con su entorno; y que la densidad de las relaciones de los sistemas, la cantidad de flujos que establecen tanto internamente como con su entorno, depende de factores *micro* (las rutinas de sus componentes) y *macro*.

El segundo modo de referencia especifica que, para explicar la evolución de los SNI, se debe aceptar que la mayoría de los sistemas funcionan como sistemas

complejos, porque no es posible pronosticar su comportamiento, porque son emergentes, porque involucran mecanismos de retroalimentación y porque tienen propiedades tales como agregación, no-linealidad, flujos, diversidad, bloques de construcción, marbeteato (etiquetado) y modelos internos (Holland 2004: 22-55).

2.1.2. Progreso conceptual en el término clave "Sistema Nacional de Innovación"

El progreso conceptual del término clave "sistema" impulsado por la práctica individual de Niosi también impactó en el potencial de referencia del término clave "Sistema Nacional de Innovación", porque llevó a la práctica individual de Niosi a agregarle tres nuevos modos de referencia. El primero de ellos estipula que los cambios estructurales del capitalismo de posguerra, y el aumento paralelo de la internacionalización de las actividades innovadoras, han convertido a los SNI en "SNI abiertos", porque ahora estos sistemas involucran, no sólo relaciones a nivel local y nacional, sino también flujos de tecnología entre distintos SNI. En este sentido, esta práctica individual agrega que la internacionalización de las actividades innovadoras no implica la desaparición de los SNI, sino la modificación de sus funciones para co-existir, co-evolucionar e interactuar con los sistemas de innovación sub-nacionales y supra-nacionales.

El segundo modo de refererencia advierte que los SNI funcionan como "Sistemas Complejos Evolutivos" y que deben estudiarse como tales. Esta idea se basa en la identificación de varios temas compartidos por la Economía Evolutiva (subyacente al ESNI) y por la Dinámica de Sistemas (una de las "ciencias de la complejidad", según Maldonado 1999, 2005).

Y el tercer modo de referencia, que complementa al segundo, formula que los SNI funcionan como "Sistemas Complejos Dinámicos" porque algunos miembros del ESNI han analizado a los SNI con la dinámica de sistemas, encontrando que esos sistemas tienen propiedades tales como "retroalimentación negativa", equifinalidad (multi-estabilidad), no-linealidad, flujos y diversidad.

2.1.3. Progreso conceptual en el término clave "brecha tecnológica"

Usualmente la brecha tecnológica entre países se atribuye al predominio de la especialización tecnológica sobre la estandarización de la innovación derivada del *catching up* o actualización tecnológica.

Sin embargo, las teorías de la globalización han señalado que desde los 1960 la internacionalización de las actividades innovadoras ha revertido las brechas tecnológicas y ha establecido una tendencia hacia la desaparición de los SNI y hacia la convergencia tecnológica y de desarrollo económico entre los países.

La práctica individual de Niosi propulsa el progreso conceptual del ESNI porque modifica el potencial de referencia de su término clave "brechas tecnológicas" agregándole un nuevo modo de referencia. Este nuevo modo de referencia especifica que es necesario desmarcarse tanto de la versión neoclásica de las brechas tecnológicas (que supone que la tendencia es hacia la convergencia basada en la estandarización de la tecnología) como de la versión estilo Porter (que afirma que la especiafilzación tecnológica, fuente de las brechas tecnológicas, son un hecho porque ningún país puede producir todo) y basarse en los modelos que tratan de hacer compatible la convergencia con la especialización tecnológica.

En otras palabras, esta práctica individual mejora el potencial de referencia del término clave "brechas tecnológicas" porque propone que dichas brechas no declinan automáticamente, sino que dependen de la actividad innovadora y de los esfuerzos internos de los países por invertir en conocimiento y tecnología, del grado de desarrollo del nuevo paradigma tecno-económico, de factores naturales, de los efectos acumulativos de la especialización y del *stock* de conocimiento de cada país.

2.2. Progreso erotético alentado por la práctica individual de Niosi

El ESNI experimenta progreso científico en su dimensión de las preguntas significativas cuando una de sus prácticas individuales plantea preguntas intrínsecamente significativas o instrumentalmente significativas que son originales

o nuevas, que son más manejables o que descomponen otras preguntas significativas de su primera práctica de consenso.

Gracias al análisis comparativo, se pudo determinar que la práctica individual de Niosi promovió el progreso erotético del ESNI porque introdujo una nueva pregunta intrínsecamente significativa sobre el efecto de la internacionalización de las actividades innovadoras sobre los SNI.

Tradicionalmente el ESNI se ha centrado en el análisis de la estructura de los SNI, o sea, en las relaciones que establecen sus componentes. Sin embargo, desde los 1960 se ha observado una creciente internacionalización de las actividades innovadoras producto de la mayor movilidad de las empresas trasnacionales. Este fenómeno desató una serie de críticas al ESNI porque se suponía que los SNI tendían a tener cada vez menos importancia para el proceso de innovación. Para responder estas críticas, la práctica individual de Niosi introdujo en el ESNI una nueva pregunta intrínsecamente significativa: *¿qué tanto afecta la internacionalización de las actividades innovadoras la coherencia y persistencia de los SNI?*

2.3. Progreso en los enunciados aceptados estimulado por la práctica individual de Niosi

Para responder a la nueva pregunta intrínsecamente significativa, la práctica individual de Niosi hizo un análisis empírico para evaluar los flujos tecnológicos entre distintos SNI en las siguientes dimensiones: la I&D de las empresas multinacionales, las alianzas técnicas internacionales, la transferencia internacional de tecnología, el comercio internacional de bienes de capital, los flujos internacionales de personal científico y técnico y la cooperación científica en proyectos internacionales.

Con base en los resultados de su análisis empírico,[99] esta práctica individual respondió a la nueva pregunta intrínsecamente significativa con dos nuevos enunciados aceptados:

---

[99]. Los resultados de la evaluación fueron los siguientes. i) que el tipo y alcance de la globalización de los SNI varía bastante de un país a otro: mientras los países pequeños experimentan grandes flujos internacionales de conocimiento científico y tecnológico y de tecnología incorporada, los SNI de los países grandes no-europeos son más auto-suficientes, o sea, se han visto menos afectados por los flujos científicos y

- EA_1 de Niosi: la intenacionalización de las actividades innovadoras, antes que eliminar a los SNI, propició la aparición de los "SNI abiertos".
- EA_2 de Niosi: La aparición de los "SNI abiertos" muestra que, más que la globalización de las actividades innovadoras, y la consecuente desaparición de los SNI, lo que se observa es una internacionalización con especialización, o sea, la aparición de SNI que conservan las principales actividades del proceso de innovación y que trasladan algunas otras para que sean desempeñadas por agentes localizados en otros SNI.

2.4. Progreso explicativo impulsado por la práctica individual de Niosi

La presente investigación ha establecido que una práctica de consenso experimenta progreso explicativo en cuatro casos: i) cuando incorpora nuevos esquemas explicativos correctos, ii) cuando descarta esquemas explicativos incorrectos, iii) cuando generaliza un esquema explicativo correcto y iv) cuando extiende un esquema explicativo correcto, o sea, cuando lo inserta en otro esquema más amplio.

En este sentido, desde nuestro punto de vista, la práctica individual de Niosi impulsa el progreso explicativo del ESNI porque plantea la necesidad de estudiar a los SNI con conceptos y metodologías propias de las "ciencias de la complejidad".[100]

---

tecnológicos internacionales, ii) que todos los flujos medidos fueron considerables (entre 10% y 30% comparados con los flujos internos) y están creciendo a veces aceleradamente, lo cual indica que los SNI son menos "nacionales" que hace 20 años, iii) que, considerados individualmente, los distintos tipos de flujos medidos difieren en cuanto a su intensidad: el patentamiento externo es el que más ha crecido, el flujo de investigadores es el que menos ha aumentado, la cooperación científica internacional es más intensa que la transferencia internacional de tecnología, iv) que el único bloque científico y tecnológico supranacional que parece estar surgiendo es el de la Unión Europea, o sea, que los flujos internacionales de tecnología en la Unión Europea son mucho mas intensos que en otros bloques económicos (ASEAN, NAFTA) y v) que la intervención del gobierno influye mucho en el perfil que adoptan los SNI en los distintos países. (Niosi y Bellon 1994: 189-190).

[100]. Según Maldonado (1999), las ciencias de la complejidad son aquellas que, por una parte, utilizan conceptos tales como sistemas complejos, comportamientos complejos, caos, atractores, auto-organización, rupturas de simetría y bifurcación; estados en equilibrio, cercanos al equilibrio y lejos del equilibrio; estados caóticos, estructuras disipativas, autopoiesis, no linealidad, sistemas abiertos, sinergia, bucles de retroalimentación, recursividad, emergencia; y por otra, abordan problemas propios de la complejidad, tales como sistemas dinámicos, lógicas no-clásicas, sistemas conservativos y sistemas disipativos; simulación, interdependencia, comportamiento probabilístico y estrategias de adaptación; estudio de los fenómenos emergentes, inteligencia artificial y vida artificial.

La propuesta de esta práctica individual consiste en que, para fomentar el progreso explicativo del ESNI o, en palabras de Niosi, para "aumentar su rigor teórico", es necesario hacer una "síntesis teórica" con sus propuestas, con las de la Economía Evolutiva y con las de la Dinámica de Sistemas (una de las ciencias de la complejidad) y aplicar los conceptos y metodologías resultantes al estudio de los SNI.

La presente investigación muestra que la "síntesis teórica" de la práctica individual de Niosi se limita a plantear el concepto de "SNI abierto" y a señalar que los SNI pueden estudiarse como "Sistemas Complejos Evolutivos" y como "Sistemas Complejos Dinámicos". Por tanto, considera que la propuesta de esta práctica individual constituye un progreso explicativo, no tanto porque logre avanzar en el sentido propuesto, sino por el hecho mismo de haber planteado dicha posibilidad.

2.5. Progreso en la sabiduría experimental inducido por la práctica individual de Niosi

La sabiduría experimental se refiere a la propensión de los científicos a interactuar con la naturaleza realizando ciertos experimentos y utilizando ciertos instrumentos. Una comunidad científica experimenta progreso experimental cuando aplica experimentos que aportan mejores respuestas a las preguntas significativas.

Mediante el análisis comparativo, se logró fundar la idea de que la práctica individual de Niosi alentó el progreso en la sabiduría experimental del ESNI porque propuso analizar la dinámica de los SNI mediante su grado de apertura y el

---

Anderson (1994) señala que las las ciencias de la complejidad se despliegan en en ocho direcciones: **i)** La vía que se remonta a Turing y su propuesta –basada en la estructura "lema-teorema-prueba"– de que el conocimiento es "incalculable", que pasa por las ideas de von Neuman acerca de su *Cellular Automata*, y que llega a la "teoría matemática de la complejidad"; **ii)** la teoría de la información, que se conecta con la cibernética y con las mediciones de la complejidad, **iii)** la teoría del "caos", que abarca planteamientos de la física, la ciencia de la computación y las matemáticas; **iv)** la vía que proviene de la ciencia de la computación, donde aparecen simulaciones de procesos complejos desempeñados por robots, como el "juego de la vida"; **v)** la vía que habla de los grandes sistemas físicos aleatorios y que contempla el modelo básico del *spin glass*, la Teoría de Evolutiva de Kauffman, la Teoría de la Red Neuronal y la Mecánica Estadística a través de Hopfield; **vi)** la vía que sostiene que muchos sistemas complejos responden a la "Ley de la Potencia", que se basa en la Teoría del Estado Crítico Auto-Organizado, propuesta por el físico danés ; **vii)** la vía de la Inteligencia Artificial, cuya pretensión básica es que la complejidad puede abordarse mediante computadoras y que contempla el modelo del Sistema Experto I, el de las "*learning machines*" de Doyne Farmer y el de Holland de los Agentes Adaptativos Artificiales y de los Algoritmos Artificiales; y **viii)** la vía del *wetwear* o naturalista, la cual trata de entender cómo funciona en realidad el cerebro sin intentar dar principios subyacentes y cuyos exponentes más importantes son de nuevo John Holland, George Cowan y Murray Gell-Mann.

desempeño (la eficiencia y la efectividad) de sus componentes. Los sub-apartados 2.5.1 y 2.5.2 explicitan cómo impulsó la práctica individual de Niosi el progreso científico del ESNI en la dimensión de la sabiduría experimental.

2.5.1. Progreso experimental por medir el grado de apertura de los Sistemas Nacionales de Innovación

Las mediciones de los SNI en el ESNI giran principalmente alrededor de las características de sus componentes.

La presente investigación ha demostrado que recientemente la práctica individual de Edquist ha propuesto medir la dinámica de los SNI a través de las actividades o sub-funciones que llevan a cabo sus componentes.

Estas mediciones, sin embargo, tienen el problema de que no toman en cuenta la internacionalización de las actividades innovadoras y, por tanto, enfatizan lo que ocurre dentro de los SNI.

Desde nuestro punto de vista, la práctica individual de Niosi impulsa el progreso instrumental del ESNI porque indica que es necesario evaluar la apertura de los SNI, o sea, tomar en cuenta la orientación de los SNI, sea hacia la apertura o hacia el proteccionismo. Específicamente, esta práctica individual propone considerar el peso de la internacionalización de las actividades innovadoras en los SNI.

2.5.2. Progreso experimental por medir el desempeño de los componentes de los Sistemas Nacionales de Innovación

Las mediciones de los SNI en el ESNI, por privilegiar el lado de los "determinantes", han dejado de lado el desempeño de los SNI (la presente investigación ha mostrado que la práctica individual de Edquist incluso señala explícitamente que su análisis de la dinámica de los SNI no contempla el lado de los "resultados" del proceso de innovación, o sea, el desempeño de los SNI). Una de las pocas mediciones de este tipo es la evaluación del SNI de Estados Unidos que hicieron Crow y Bozeman (1998) basándose en la eficiencia y la efectividad de los departamentos de I&D de ese país.

En este sentido, desde nuestro punto de vista, la práctica individual de Niosi impulsa el progreso instrumental del ESNI porque señala la necesidad de llevar a cabo mediciones de los SNI basadas en su desempeño, porque en Niosi (2000) realiza una medición de este tipo en el SNI canadiense, pero no a nivel del sistema en su conjunto, sino a nivel de los componentes de dicho sistema; y porque propone el "*benchmarking* sistémico" como una herramienta útil para medir la eficiencia y efectividad de los SNI.

2.6. Progreso en los principios metodológicos impulsado por la práctica individual de Niosi

En esta investigación se ha establecido que el progreso en los principios metodológicos de una comunidad científica se revela cuando su práctica de consenso experimenta una o más variedades de progreso.

En este sentido, este apartado ha demostrado que la práctica individual de Niosi es una fuente potencial de progreso para los principios metodológicos del ESNI porque ha impulsado cinco variedades de progreso científico: progreso conceptual, progreso erotético, progreso en los enunciados aceptados, progreso explicativo y progreso en la sabiduría experimental, en el sentido en que se especificó en los sub-apartados 2.1.a 2.5.

3. CONCLUSIONES

El objetivo de este capítulo fue identificar y exponer las variedades de progreso científico que ha generado la práctica individual de Niosi. Para alcanzar ese objetivo fue necesario, primero, describir la teoría de los SNI de este autor y, segundo, suponer que dicha teoría es la práctica individual de la comunidad científica que comanda esta autoridad en la materia.

Este capítulo es importante porque, junto con los capítulos III, IV y V, dotan a la presente investigación con parte de la materia prima que utilizará para evaluar el progreso científico que ha experimentado el ESNI entre 1982-2010.

Los principales hallazgos son que esta práctica individual alentó el progreso científico en cinco dimensiones: En la dimensión del lenguaje, mejoró los

potenciales de referencia de sus términos clave "sistema", "sistema nacional de innovación" y "brecha tecnológica" agregándoles nuevos modos de referencia.

En la dimensión de las preguntas significativas, introdujo una nueva pregunta intrínsecamente significativa sobre la influencia de la internacionalización de las actividades innovadoras en los SNI.

En la dimensión de los enunciados aceptados, incorporó dos enunciados significativos originares para responder la nueva pregunta significativa.

En la dimensión de los patrones de argumento general, propuso (con resultados limitados) extender el ESNI hacia el área de las "ciencias de la complejidad" realizando una "síntesis teórica" con las propuestas del ESNI, de la Economía Evolutiva y de la Dinámica de Sistemas y aplicando los conceptos y metodologías resultantes al estudio de los SNI.

Por último, en la dimensión de la sabiduría experimental, para analizar la dinámica de los SNI, propuso, por un lado, tomar en cuenta el impacto de la internacionalización de las actividades innovadoras en los SNI y, por otro, realizar mediciones de los SNI basadas su desempeño, particularmente a nivel de sus componentes.

CAPÍTULO VII
PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN

INTRODUCCIÓN

El objetivo de la presente investigación es evaluar el progreso científico del ESNI.

En el capítulo I se estableció que la mejor teoría para medir el progreso científico de este enfoque es la Epistemología Naturalizada, propuesta por Kitcher (1993), se describió dicha teoría y se delineó una vía para aplicarla a nuestro objeto de estudio.

El capítulo II se dedicó a perfilar la primera práctica de consenso del ESNI. Los capítulos III a VI recopilaron evidencia sobre las variedades de progreso científico experimentadas por este enfoque a nivel de sus prácticas individuales.

La información que aportan esos capítulos se utiliza, en este último, para evaluar el progreso científico del ESNI estableciendo cómo ha afectado el esfuerzo progresista de las prácticas individuales a la práctica de consenso de esta comunidad científica.

Para alcanzar este objetivo, este capítulo comienza haciendo un recuento de las variedades de progreso científico fomentadas por las prácticas individuales comandadas por Lundvall, Nelson, Edquist y Niosi (apartado 1). Posteriormente, a la luz de esa evidencia, se describe la naturaleza y dirección del progreso científico del ESNI en el período 1982-2010 (apartado 2) y se destacan las principales conclusiones (apartado 3).

1. RECUENTO DE LAS VARIEDADES DE PROGRESO CIENTÍFICO EXPERIMENTADAS POR LAS PRÁCTICAS INDIVIDUALES DEL ESNI

Este apartado consolida la información sobre el esfuerzo que han realizado las sub-comunidades del ESNI para impulsar su progreso científico. En otras palabras, este apartado presenta las variedades de progreso científico que han alcanzado las prácticas individuales de Lundvall (sub-apartado 1.1), Nelson (sub-apartado 1.2), Edquist (sub-apartado 1.3) y Niosi (sub-apartado 1.4) en sus

distintas diemensiones, así como un resumen del esfuerzo realizado por todas ellas en su conjunto (sub-apartado 1.5).

Este apartado es importante porque aporta la información que sustenta la explicación del progreso científico del ESNI que se realiza en el apartado 2.

1.1. Variedades de progreso científico impulsadas por la práctica individual de Lundvall

Es pertinente señalar que las prácticas individuales son una modalidad de la práctica de consenso y que su principal esfuerzo se centra en progresar científicamente respecto a sí misma. Si ese esfuerzo se refleja en la práctica de consenso no es algo que le preocupe en primera instancia, sobre todo porque eso no depende de ella, sino de la correlación de fuerzas y el posicionamiento que alcance a lo largo del tiempo. Por tanto, lo que se hace a continuación con la práctica individual de Lundvall (y posteriormente con las demás prácticas individuales) es presentar sistemáticamente el progreso científico que alcanzó en algunas de sus dimensiones. En otras palabras, aquí se exponen las variedades de progreso científico que la práctica individual de Lundvall experimentó en las dimensiones del lenguaje (sub-apartado 1.1.1), las preguntas significativas (sub-apartado 1.1.2), los enunciados aceptados (sub-apartado 1.1.3) y los esquemas explicativos (1.1.4) en el período 1982-2010.

1.1.1. Progreso científico en el lenguaje de la práctica individual de Lundvall

La práctica individual de Lundvall impulsó el progreso conceptual en tres términos clave del ESNI: "Sistema Nacional de innovación", "cambio técnico" y "Sistema Nacional de Innovación Amplio".

Para alentar su progreso conceptual, esta práctica individual de agregó al término clave "Sistema Nacional de Innovación" un nuevo modo de referencia que alude a la necesidad de definir a los SNI, no sólo con base en sus componentes, sino también tomando en cuenta la actividad que realizan (aprendizaje), su naturaleza *dinámica* y sus metas (el aumento de la eficiencia y eficacia del proceso de innovación para apoyar el crecimiento económico).

Para provocar el progreso conceptual del término clave "cambio técnico", la práctica individual de Lundvall primero dejó de llamarlo así y sin ambigüedades lo denominó innovación. Posteriormente, amplió el significado de este término clave para que incluyera tanto a las innovaciones de proceso como a las innovaciones de producto, a las nuevas formas organizacionales, a las nuevas materias primas y a las nuevas instituciones. En tercer lugar, conectó a la innovación con el concepto de conocimiento. Y por último, clarificó el significado de este término clave (asentó qué es y qué no es innovación) y estableció sus características.

Por último, para activar su progreso conceptual, esta práctica individual le añadió al término clave "Sistema Nacional de Innovación Amplio" dos nuevos modos de referencia. El primero de ellos señala que es necesario definir a los SNI no sólo con respecto a sus componentes, sino también en cuanto a las actividades que realizan y al tipo de aprendizaje que llevan a cabo sus componentes, en otras palabras, para la práctica individual de Lundvall el SNI amplio está formado por instituciones que realizan búsqueda, exploración y "búsqueda desesperada". El segundo modo de referencia indica que la noción de SNI amplio implica también adoptar una definición amplia y dinámica de innovación, el ensanchamiento de los límites de los SNI, la incorporación del aprendizaje rutinario ("búsqueda desesperada"), la conexión del concepto de SNI con el desarrollo económico y la conservación de una visión crítica respecto a la teoría económica convencional.

1.1.2. Progreso científico en las preguntas significativas de la práctica individual de Lundvall

La alusión al conocimiento, al aprendizaje y a la relación de ambos con el proceso de innovación llevaron a la práctica individual de Lundvall impulsar progreso erotético porque le permitieron plantear una nueva pregunta intrínsecamente significativa:

- ¿Cuáles son las fuentes del proceso de innovación?

1.1.3. Progreso científico en los enunciados aceptados de la práctica individual de Lundvall

La práctica individual de Lundvall promovió el progreso en los enunciados aceptados del ESNI, por una parte, porque reformuló y enriqueció los argumentos de sus enunciados aceptados EA_{15} y EA_{20} en el siguiente sentido:

- EA_1 de Lundvall: *el estado-nación continúa siendo muy importante para el proceso de innovación en tres sentidos: porque presupone la existencia de agentes "culturalmente homogéneos", o sea, agentes que comparten cultura, lengua y espacio geográfico; debido a que brinda a los agentes normas y sistemas de interpretación que disminuyen la incertidumbre; y porque permite la utilización del conocimiento tácito en la medida de que facilita la comunicación entre los agentes.*

En segundo lugar, esta práctica individual también fomentó el progreso en los enunciados aceptados del ESNI porque organizó las sugerencias y las respuestas aisladas que dan sus enunciados aceptados EA_3, EA_6, EA_8, EA_9, EA_{11} y EA_{16} a la nueva pregunta significativa, encontrando que dichos enunciados implícitamente proponen que el proceso de innovación se alimenta de dos fuentes ("búsqueda" y "exploración") y porque introdujo otro nuevo enunciado aceptado:

- EA_2 de Lundvall: *el proceso de innovación no se alimenta sólo de la I&D y de las actividades científicas y tecnológicas (como pensaba Freeman), sino también de las actividades rutinarias desarrolladas en la estructura productiva.* En otras palabras: *las fuentes del proceso de innovación son: i) "la búsqueda desesperada o local", basada en actividades rutinarias, que impulsa innovaciones adaptativas e innovaciones incrementales mediante procesos de aprendizaje tipo* learning by doing, by using, y by interacting*; ii) la "búsqueda", basada en las actividades de I&D que llevan a cabo las empresas, que pretende generar innovaciones radicales mediante la investigación consciente, profesional y guiada por la obtención de ganancias; y iii) la "exploración", basada en actividades científicas y tecnológicas de instituciones distintas a las empresas, que se orienta*

principalmente a apoyar el proceso de innovación de aquellas y cuyo fin último no es la obtención de ganancias.

1.1.4. Progreso científico en los esquemas explicativos de la práctica individual de Lundvall

La práctica individual de Lundvall impulsó dos tipos de progreso explicativo en el ESNI.

El primero de ellos consistie en la introducción de un nuevo esquema explicativo denominado "estilos de innovación". Este nuevo esquema constituye un progreso explicativo, primero, porque explica cómo se relacionan la innovación, el conocimiento y el aprendizaje, y segundo, porque, al combinar los estilos de innovación con los sectores de alta y baja tecnología, micro-fundamenta la definición amplia de los SNI que adopta esta práctica individual.

Según este nuevo "texto explicativo ideal", una visión *verdaderamente* amplia del SNI debe tomar en cuenta los distintos tipos de conocimiento que existen, la forma en que se complementan y el papel que juega el aprendizaje en la generación de innovaciones. Desde este punto de vista, un "estilo de innovación" se refiere al aprendizaje que requiere un sector económico para generar innovaciones, aprendizaje que dicho sector adquiere mezclando varios tipos de conocimiento. En este sentido, esta práctica indiviadual distingue dos estilos de innovación básicos: i) el STI-mode, que se basa tanto en el aprendizaje científico como en el aprendizaje derivado de la búsqueda y que, por tanto, enfatiza tanto las actividades dirigidas a la I&D como las actividades dirigidas a la exploración y ii) el DUI-mode, que se basa en el aprendizaje producto de la experiencia, o sea, en el aprendizaje que se adquiere mediante la realización de actividades rutinarias. Según Lundvall, si se combinan en un cuadrante estos dos estilos de innovación con los sectores de alta y baja tecnología, es posible constatar que los SNI no se limitan al aprendizaje basado en la búsqueda y la exploración en sectores de alta tecnología (como afirman los Modelos de la Triple Hélice) ni al aprendizaje basado en la experiencia en los sectores de baja tecnología (como sugiere teoría de los Sistemas Nacionales de Aprendizaje), sino que un *SNI verdaderamente amplio, donde el aprendizaje juega el papel central,*

incluye también estilos de innovación STI-mode en sectores de baja tecnología (aprendizaje basado en la búsqueda y la exploración en sectores de baja tecnología) y estilos de innovación DUI-mode en sectores de alta tecnología (aprendizaje rutinario en sectores de alta tecnología).

El segundo progreso explicativo impulsado por Lundvall se relaciona, con la especificación de las entidades que conforman a los SNI y de algunas de las relaciones que establecen entre ellas, o sea, con el esclarecimiento de la estructura y de los límites de este sistema.

1.2. Variedades de progreso científico alentadas por la práctica individual de Nelson

Igual que en el sub-apartado anterior, aquí se revelan las variedades de progreso científico que la práctica individual de Nelson experimentó en las dimensiones de las preguntas significativas (sub-apartado 1.2.1), los enunciados aceptados (sub-apartado 1.2.2), los esquemas explicativos (1.2.3) y la sabiduría experimental (1.2.4) en el período 1982-2010.

1.2.1. Progreso científico en las preguntas significativas de la práctica individual de Nelson

La práctica individual de Nelson impulsó progreso erotético del ESNI porque planteó preguntas instrumentalmente significativas que ejemplificaron por primera vez de manera amplia la primera práctica de consenso de este enfoque. El ejercicio realizado por Freeman (1987) es distinto al de Nelson porque en este último la ejemplificación de la primera práctica de consenso se aplicó a varios países y porque la práctica individual de Nelson realizó adicionalmente un esfuerzo por comparar las características de los distintos SNI. Las dos preguntas instrumentalmente significativas que sirvieron de eje a esta práctica individual fueron:

- ¿Cuáles son los factores, organizaciones y políticas que perfilan las actividades innovadoras de las empresas en un país?
- ¿Cuál es la estructura del proceso de innovación nacional y los principales actores involucrados en dicho proceso?

1.2.2. Progreso científico en los enunciados aceptados de la práctica individual de Nelson

El estudio de Nelson (1993), por ser una ejemplificación amplia y un ejercicio comparativo, arrojó una serie de hechos estilizados sobre los SNI. Estos hallazgos alentaron el progreso científico del ESNI porque le agregaron cinco nuevos enunciados aceptados:

- EA_1 de Nelson: *los procesos de innovación rebasan los límites nacionales y sub-nacionales.*
- EA_2 de Nelson: *las diferencias en los patrones de innovación de los países responden a las distintas circunstancias y prioridades políticas y económicas de cada país.*
- EA_3 de Nelson: *la actividad innovadora de las empresas está determinada por el marco institucional y por el nivel educativo de cada país. Por tanto, el gobierno puede influir en el SNI mediante sus políticas públicas.*
- EA_4 de Nelson: *la principales fuentes de innovación son la I&D formal y la "infraestructura científica".*
- EA_5 de Nelson: *las fortalezas de un SNI están "localizadas" porque son difícilmente transferibles a otro.*

1.2.3. Progreso científico en los esquemas explicativos de la práctica individual de Nelson

El ejercicio comparativo y de ejemplificación amplia realizado por la práctica individual de Nelson también impulsó progreso explicativo del ESNI porque aplicó un esquema explicativo ya existente a una clase más amplia de casos. En otras palabras, el ejercicio de esta práctica individual constituyó un progreso explicativo porque aplicó la primera práctica de consenso del ESNI, que previamente Freeman había aplicado únicamente a Japón, tanto a países desarrollados grandes y pequeños como a países de reciente industrialización y a países en vías de desarrollo, con el fin de obtener hechos estilizados sobre los SNI que estuvieran avalados por una ejemplificación amplia.

1.2.4. Progreso científico en la sabiduría experimental de la práctica individual de Nelson

La práctica individual de Nelson impulsó progreso en la sabiduría experimental del ESNI en dos sentidos: primero, porque aplicó la "historia razonada" de la pirmera práctica de consenso a varios países y la complementó con un ejercicio comparativo; y segundo, porque dio mucha libertad a los autores participantes para realizar sus estudios sin un marco teórico bien establecido. De hecho, los distintos estudios de caso partieron únicamente de: i) un acuerdo básico en cuanto a la definición del SNI y de los términos que lo conforman, ii) un consenso acerca de cómo se lleva a cabo el cambio técnico y iii) un convenio sobre los procesos que se llevan a cabo y sobre los actores institucionales clave involucrados en el SNI.

1.3. Variedades de progreso científico promovidas por la práctica individual de Edquist

De manera similar a como se hizo en los sub-apartados anteriores, aquí se dan a conocer las variedades de progreso científico que la práctica individual de Edquist experimentó en las dimensiones del lenguaje (sub-apartado 1.3.1), las preguntas significativas (sub-apartado 1.3.2), los enunciados aceptados (sub-apartado 1.3.3), los esquemas explicativos (sub-apartado 1.3.4) y la sabiduría experimental (sub-apartado 1.3.5).

1.3.1. Progreso científico en el lenguaje de la práctica individual de Edquist

La práctica individual de Edquist causó el progreso conceptual en cuatro términos clave del ESNI: "innovación", "institución", "Sistema Nacional de innovación" y "sistema".

Al término clave "Innovación" le agregó tres nuevos modos de referencia. El primero de ellos establece que la innovación es mucho más que "cambio técnico" (innovaciones de proceso) porque incluyen mejoras tecnológicas, organizacionales, de producto y de servicios. El segundo nuevo modo de referencia señala que las innovaciones asumen tres formas: cambio continuo (innovación incremental), cambio discontinuo (innovación radical) y cambio de

paradigma. Y el tercer modo de referencia remite a que tienen significados distintos los conceptos de innovación, proceso de innovación y propensión a innovar.

Al término clave "institución", le añadió un inédito modo de referencia que propone alejar a este término de la noción de organismo y, siguiendo a Douglas C. North, definirlo sin ambigüedades como hábitos, rutinas, prácticas establecidas, reglas o leyes.

Al término clave "Sistema Nacional de Innovación" también le agrenó un original modo de referencia, según el cual es necesario pasar de la descripción de la estructura de los SNI al análisis de su "dinámica".

Por último, el progreso conceptual del término clave "SNI" le permitió a la práctica individual de Edquist agregarle tres nuevos modos de referencia al término clave "sistema". El primero de ellos propone que los componentes principales de los SNI son las organizaciones y las instituciones. El segundo modo de referencia establece que la "función general" de los SNI es llevar a cabo el proceso de innovación, o sea, generar, difundir y usar innovaciones. Por último, el tercer modo de referencia señala que la función principal del SNI está depende de la realización de una serie de actividades. En otras palabras, si se está en condiciones de establecer las actividades principales que llevan a cabo los SNI para desarrollar el proceso de innovación, entonces se estarán revelando su "determinantes", o sea, lo que ocurre dentro de ese sistema.

1.3.2. Progreso científico en las preguntas significativas de la práctica individual de Edquist

La práctica individual de Edquist impulsó el progreso erotético del ESNI en tres sentidos.

Primero, porque –al establecer una clara distinción entre instituciones y organizaciones– está en condiciones de plantear dos nuevas preguntas intrínsecamente significativas sobre la forma en que se relacionan los componentes de los SNI:

- ¿Cómo se interrelacionan las organizaciones y las instituciones?

- ¿Cómo el esclarecimiento de las relaciones entre organizaciones e instituciones permite explicar lo que ocurre en los SNI?

Segundo, porque –al proponer que existen "determinantes" de los SNI– pudo plantear una nueva pregunta intrínsecamente significativa acerca de las actividades que le permiten a los SNI cumplir con su función principal:

- ¿Cuáles son las principales actividades de los SNI?

Y tercero, porque introdujo cuatro nuevas preguntas intrínsecamente significativas conectadas con las relaciones que establecen los componentes con las actividades de los SNI:

- ¿Qué organización realiza cada actividad?
- ¿Cómo afecta una actividad a las otras actividades que realiza el SNI?
- ¿Cómo se ve afectada cada actividad por el marco institucional?
- ¿Cómo ayuda cada actividad a que el SNI realice su función principal?

1.3.3. Progreso científico en los enunciados aceptados de la práctica individual de Edquist

El progreso en los enunciados aceptados impulsado por esta práctica individual consiste de nueve enunciados que responden a las preguntas intrínsecamente significativas planteadas en el sub-apartado anterior.

En cuanto a la interrelación entre organizaciones e instituciones, la práctica individual de Edquist elaboró dos nuevos enunciados aceptados que tratan de establecer una taxonomía de las relaciones entre los componentes principales de los SNI:

- EA_1 de Edquist: Dentro de los SNI, las *organizaciones* establecen tres tipos de relaciones: las relaciones de competencia, las transacciones y el establecimiento de redes.
- EA_2 de Edquist: Dentro de los SNI, la interacción entre *organizaciones e instituciones* asume cinco modalidades: i) la mutua incorporación entre organizaciones e instituciones, es decir, las instituciones "perfilan" el

comportamiento de las organizaciones y a su vez son modificadas por éstas (esta es la relación más reconocida dentro del ESNI); ii) las organizaciones tienen incorporadas "instituciones" (tales como las rutinas organizacionales) que perfilan el comportamiento de los agentes que las componen; iii) algunas organizaciones generan instituciones para influir en otras organizaciones (por ejemplo, las organizaciones públicas que elaboran reglas de política de innovación con el fin de perfilar el desempeño innovador de las empresas); iv) algunas instituciones crean organizaciones (por ejemplo, cuando un gobierno se ve obligado a crear un organismo público para ejecutar las leyes sobre la propiedad intelectual) y v) instituciones de distinto tipo pueden relacionarse entre sí.

Sobre los determinantes de los SNI, esta práctica individual diseñó tres nuevos enunciados aceptados que tratan de explicar su dinámica:

- EA_3 de Edquist: una amplia revisión de la literatura sobre las "actividades" de los SNI permite establecer que en el ESNI existen al menos ocho formas de clasificar las actividades de los SNI, las cuales pueden agruparse en cuatro enfoques.
- EA_4 de Edquist: el conocimiento adquirido sobre el proceso de innovación y sobre sus determinantes, así como el enunciado aceptado EA_{26}, permiten establecer que el SNI está determinado por 10 actividades principales, o sea, que su dinámica depende de: 1) el suministro de I&D para crear nuevo conocimiento, principalmente en ingeniería, medicina y en las ciencias naturales, 2) la construcción de habilidades (suministro de educación y capacitación, creación de capital humano, producción y reproducción de aptitudes, aprendizaje individual) en la fuerza de trabajo para usarse en actividades de innovación y de I&D; 3) la formación de nuevos mercados, 4) la articulación de requerimientos de calidad emanados de la demanda respecto a nuevos productos, 5) la creación y modificación de organizaciones para

desarrollar nuevos campos de innovación, 6) la creación de redes mediante mercados y otros mecanismos, lo cual implica la integración de nuevos elementos de conocimiento provenientes en distintas esferas del sistema de innovación y de otros sistemas de innovación con elementos que ya disponen las empresas innovadoras; 7) la creación, cambio o abolición de instituciones que influyan en las organizaciones innovadoras y en los procesos de innovación otorgando incentivos u obstáculos a la innovación, 8) la incubación de esfuerzos innovadores, 9) el financiamiento de procesos de innovación y de otras actividades que faciliten la comercialización y adopción de conocimiento y 10) el suministro de servicios de consultoría relevantes para los procesos de innovación.

- EA_5 de Edquist: los determinantes de los SNI pueden agruparse en cuatro rubros: i) actividades dedicadas al suministro de insumos de conocimiento para el proceso de innovación, ii) actividades orientadas a la demanda, iii) actividades ocupadas del abastecimiento de componentes del SNI y iv) actividades centradas en los servicios de apoyo a las empresas innovadoras.

Concerniente a la interrelación entre los componentes principales y las actividades primordiales de los SNI, la práctica individual de Edquist propone cuatro enunciados que intentan desentrañar lo que pasa en los SNI:

- EA_6 de Edquist: las *relaciones entre organizaciones y actividades* no son lineales sino *equifinales*, porque una actividad puede ser realizada por distintas organizaciones y porque las organización pueden desempeñar más de una actividad. En otras palabras, no existe una relación uno-a-uno entre actividades y organizaciones.
- EA_7 de Edquist: las relaciones *entre instituciones y actividades* son incluso menos directas que las relaciones entre organizaciones y actividades, porque dependen de la acción que ejercen las instituciones sobre las organizaciones que las llevan a cabo. En este sentido, los SNI

se diferencian más por sus componentes (organizaciones e instituciones) que por las actividades que desarrollan. Sin embargo, la "cantidad" de cada actividad y la eficiencia con la que es desempeñada sí podría variar considerablemente entre distintos SNI.

- EA_8 de Edquist: las innovaciones son resultado de varias causas y, por tanto, su explicación debe incluir varios determinantes.
- EA_9 de Edquist: aunque hay determinantes centrales y determinantes menos importantes, todos ellos están interrelacionados. Por tanto, es necesario establecer una "jerarquía de causas", la cual variará de país en país y de tipo de innovación en tipo de innovación.

1.3.4. Progreso científico en los esquemas explicativos de la práctica individual de Edquist

La práctica individual de Edquist alentó dos variantes del progreso explicativo. La primera de ellas fue introducir un nuevo esquema explicativo (la teoría de los SNI "basada en las actividades"), el cual se basa en las actividades que llevan a cabo los componentes principales de los SNI y en el estudio empírico de las relaciones que se establecen entre componentes y entre componentes y actividades. Este nuevo esquema explicativo establece que, al revelar empíricamente esas interrelaciones, se conocerá la dinámica de los SNI y, por tanto, se avanzará en el conocimiento de las variables independientes de este sistema, o sea, en sus determinantes.

La segunda variante de progreso explicativo promovida por esta práctica individual radica en generalizar su propia teoría de los SNI. La generalización de la práctica individual de Edquist, a diferencia de la que hizo Nelson a principios de los 1990, les impuso a los estudios de caso condiciones más rígidas, con el fin de obtener datos más homogéneos que permitieran un ejercicio comparativo más útil. Esta aplicación amplia de casos es conocida como el *Ten Country Project* y sus resultados han sido publicados en recientemente por Edquist y Hommen (2009).

1.3.5. Progreso científico en la sabiduría experimental de la práctica individual de Edquist

Esta práctica individual impulsó progreso en la sabiduría instrumental porque propuso pasar de la "historia razonada", aplicada individual (Freeman) o comparativamente (Nelson), a la investigación empírica "basada teóricamente", que implica la aplicación de la teoría de los SNI basada en las actividades a todos los estudios de caso, la utilización de un mismo esquema comparativo, el uso de una estructura de presentación estandarizada, la utilización de los mismos indicadores y libertad para que cada autor incorpore los rasgos propios de cada SNI. En otras palabras, la práctica individual de Edquist establece que, para facilitar la comparación entre los SNI, es necesario que los estudios de caso, por un lado, usen un lenguaje conceptual bastante estandarizado, una estructura muy similar y (siempre que sea posible) indicadores que tengan la misma fuente; y, por otro, le den a los autores gran libertad para incorporar en cada apartado, como mejor les parezca, las particularidades de cada SNI.

1.4. Tipos de progreso científico experimentados por la práctica individual de Niosi

De manera similar a como se hizo en los sub-apartados anteriores, aquí se presentan las variedades de progreso científico que la práctica individual de Niosi experimentó en las dimensiones del lenguaje (sub-apartado 1.4.1), las preguntas significativas (sub-apartado 1.4.2), los enunciados aceptados (sub-apartado 1.4.3), los esquemas explicativos (sub-apartado 1.4.4) y la sabiduría experimental (sub-apartado 1.4.5).

1.4.1. Progreso científico en el lenguaje de la práctica individual de Niosi

La práctica individual de Niosi promovió el progreso conceptual en tres términos clave del ESNI: "sistema", "Sistema Nacional de innovación" y "brecha tecnológica".

Al término clave "sistema", esta práctica indvidual le agregó dos originales modos de referencia. El primero de ellos señala que los SNI operan como

"sistemas abiertos", y el segundo, que dichos sistemas funcionan como sistemas complejos.

La práctica individual de Niosi también le agregó dos nuevos modos de referencia al término clave "Sistema Nacional de Innovación". El primero de ellos establece, por un lado, que los SNI hoy en día son más "abiertos", porque involucran, no sólo relaciones a nivel local y nacional, sino también flujos de tecnología entre distintos SNI; y, por otro, que la internacionalización de las actividades innovadoras no implica la desaparición de los SNI, sino la modificación de sus funciones para co-existir, co-evolucionar e interactuar con los sistemas de innovación sub-nacionales y supra-nacionales. El segundo modo de refererencia advierte que los SNI funcionan como "Sistemas Complejos Evolutivos" porque el ESNI comparte varios temas con la dinámica de sistemas. Y el tercer modo de referencia formula que los SNI operan como "Sistemas Complejos Dinámicos" porque algunos miembros del ESNI han analizado a los SNI con la dinámica de sistemas, encontrando que esos sistemas tienen propiedades tales como "retroalimentación negativa", equifinalidad (multi-estabilidad), no-linealidad, flujos y diversidad.

Por último, esta práctica individual le agregó un nuevo modo de referencia al término clave "brechas tecnológicas", el cual señala que dichas brechas no declinan automáticamente, sino que dependen de varios factores (actividad innovadora, esfuerzo tecnológico, grado de desarrollo del nuevo paradigma tecno-económico, etc.)

1.4.2. Progreso científico en las preguntas significativas de la práctica individual de Niosi

La práctica individual de Niosi estimuló el progreso erotético del ESNI porque introdujo una nueva pregunta intrínsecamente significativa sobre el efecto de la internacionalización de las actividades innovadoras sobre los SNI:

- ¿Qué tanto afecta la internacionalización de las actividades innovadoras la coherencia y persistencia de los Sistemas Nacionales de Innovación?

1.4.3. Progreso científico en los enunciados aceptados de la práctica individual de Niosi

Esta práctica individual animó el progreso en los enuciados aceptados del ESNI porque introdujo dos nuevos enunciados para responder a la nueva pregunta significativa:

- EA_1 de Niosi: la intenacionalización de las actividades innovadoras, antes que eliminar a los SNI, propició la aparición de los "SNI abiertos".

- EA_2 de Niosi: La aparición de los "SNI abiertos" muestra que, más que la globalización de las actividades innovadoras, y la consecuente desaparición de los SNI, lo que se observa es una internacionalización con especialización, o sea, la aparición de SNI que conservan las principales actividades del proceso de innovación y que trasladan algunas otras para que sean desempeñadas por agentes localizados en otros SNI.

1.4.4. Progreso científico en los esquemas explicativos de la práctica individual de Niosi

La práctica individual de Niosi impulsó el progreso explicativo del ESNI porque propuso extender dicho enfoque, o sea, estudiar a los SNI con conceptos y metodologías propias de las "ciencias de la complejidad".

1.4.5. Progreso científico en la sabiduría experimental de la práctica individual de Niosi

Esta práctica individual estimula el progreso de la sabiduría experimental del ESNI en dos sentidos. Primero, porque señala la importancia de que las mediciones tomen en cuenta el peso de la internacionalización de las actividades innovadoras en los SNI. Y segundo, porque propone una medición de los SNI basada en el desempeño (eficiencia y efectividad) de sus componentes mediante el "*bechmarking* sistémico".

1.5. Resumen de las variedades de progreso científico impulsadas por las prácticas individuales de Lundvall, Nelson, Edquist y Niosi

El Cuadro 7.1 consolida el esfuerzo realizado por las sub-comunidades científicas comandadas por Lundvall, Nelson, Edquist y Niosi para impulsar el progreso científico del ESNI en el período 1982-2010.

Cuadro 7.1. *Variedades de progreso científico alentadas por las prácticas individuales de Lundvall, Nelson, Edquist y Niosi entre 1982 y 2010*

Variedad de progreso científico	Lundvall	Nelson	Edquist	Niosi
Progreso conceptual	• En el término clave SNI: 1 nuevo modo de referencia. • En el término clave cambio técnico: 4 nuevos modos de referencia. • En el término clave SNI amplio: 2 nuevos modos de referencia		• En término clave SNI. 1 nuevo modo de referencia. • En término clave innovación: 3 nuevos modos de referencia. • En término clave institución: 1 nuevo modo de referencia • En término clave "sistema": 3 nuevos modos de referencia.	• En el término clave SNI: 2 nuevos modos de referencia. • En el término clave sistema: 2 nuevos modos de referencia. • En el término clave brecha tecnológica: 3 nuevos modos de referencia.
Progreso erotético	• 1 nueva pregunta intrínsecamente significativa	• 2 nuevas preguntas instrumentalment e significativas	• 7 nuevas preguntas intrínsecamente significativas.	• 1 nueva pregunta intrínsecamente significativa.
Progreso en los enunciados aceptados	• 2 nuevos enunciados aceptados	• 5 nuevos enunciados aceptados.	• 9 nuevos enunciados aceptados.	• 2 nuevos enunciados aceptados.
Progreso explicativo	• 1 nuevo esquema explicativo. • Esclarecimiento de la estructura y los límites del SNI		• Un nuevo esquema explicativo. • Generalización de su teoría de los SNI.	• Extender la teoría de los SNI. Estudiar a los SNI con conceptos y metodologías de las "ciencias de la complejidad"
Paradigmas de autoridad				
Progreso en la sabiduría experimental		• 2 avances en la sabiduría experimental	• 2 avances en la sabiduría experimental.	• 2 avances en la sabiduría experimental.
Progreso en los ejemplares metodológicos	• 12 tipos de progreso científico en 4 dimensiones.	• 9 tipos de progreso científico en 3 dimensiones.	• 28 tipos de progreso científico en 5 dimensiones.	• 11 tipos de progreso científico en 2 dimensiones.

Fuente: *Elaboración propia.*

2. NATURALEZA Y DIRECCIÓN DEL PROGRESO CIENTÍFICO DEL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN

En este apartado se evalúa el progreso científico del ESNI a la luz de la evidencia recabada y de la teoría del progeso científico de Kitcher. Dicho análisis se realiza tanto a ni vel de las prácticas individuales (sub-apartado 2.1) como a nivel de la práctica de consenso (sub-apartado 2.2).

2.1. Progreso científico del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación a nivel de sus prácticas individuales

La información resumida en el cuadro 7.1 muestra que, en el período 1982-2010, las prácticas individuales que conforman al ESNI generaron una cantidad considerable de progreso científico en sus distintas variedades.

Una forma de verificar este hecho estilizado es revisando la intensidad de los ejemplares metodológicos del ESNI (última fila del cuadro 7.1), la cual nos informa sobre la cantidad total de variedades de progreso científico que impulsó cada práctica individual. Este indicador permite afirmar que la práctica individual que comanda Edquist fue la que más impulsó el progreso científico del ESNI, porque introdujo en el período estudiado 28 variedades de progreso científico distribuidas en todas las dimensiones de la práctica de consenso (exceptuando la dimensión de los paradigmas de autoridad). También, que a la práctica individual de Edquist le siguen la de Lundvall, que le aportó 12 variedades de progreso científico en cuatro dimensiones de la práctica de consenso, y la de Niosi, que participó con 11 variedades de progreso científico en todas las dimensiones de la práctica de consenso. Por último, este indicador permite sostener que la práctica individual de Nelson fue la que menos contribuyó al progreso científico del ESNI, porque promovió 9 variedades de progreso científico en sólo tres dimensiones de la práctica de consenso.

Revisando la intensidad del progreso científico individualmente, la primera fila muestra que la práctica individual de Edquist fue la que más progreso conceptual impulsó en el período (introdujo ocho nuevos modos de referencia a cuatro términos clave del ESNI), que la de Nelson no hizo ningún aporte y que las prácticas individuales de Lundvall y de Niosi tuvieron una contribución similar al

progreso conceptual impulsado en el período (siete modos de referencia en tres términos clave del ESNI). La fila dos indica que la práctica individual de Edquist igualmente fue la que más contribuyó al progreso erotético (siete nuevas preguntas significativas), seguida de la de Nelson (dos nuevas preguntas significativas) y por las de Lundvall y Niosi (una nueva pregunta significativa cada una). La tercera fila señala que la práctica individual de Edquist asimismo fue la que más progreso en los enunciados promovió (nueve nuevos enunciados aceptados), seguida por la de Nelson (cinco nuevos enunciados aceptados) y por las de Lundvall y Niosi (dos nuevos enunciados aceptados, respectivamente). En cuanto a progreso explicativo, quienes más contribuyeron fueron las prácticas individuales de Lundvall y de Edquist (dos aportes cada una), seguidas de la de Niosi (con un aporte). La práctica individual de Nelson no hizo ninguna contribución (ver cuarta fila). Por último, la sexta fila muestra que la práctica individual de Lundvall no impulsó progreso en la sabiduría experimental y que esta variedad de progreso científico fue impulsada en partes iguales por las demás prácticas individuales (dos cada una).

La información del cuadro 7.1 también exhibe la gran variedad del progreso científico experimentado por el ESNI en el período 1982 y 2010.

En este sentido, las columnas cuarta y quinta muestran que las únicas prácticas individuales que impulsaron el progreso científco del ESNI en todas sus dimensiones son las que comandan Edquist y Niosi; la segunda columna ilustra que la práctica individual de Lundvall alentó el progreso científico en todas las dimensiones, excepto en la sabiduría experimental; y la tercera columna revela que la práctica individual de Nelson sólo impulsó tres variedades de progreso científico: progreso erotético, progreso en los enunciados aceptados y progreso en la sabiduría experimental

Por otra parte, las filas segunda y tercera ilustran que el progreso erotético y el progreso en los enunciados aceptados son las únicas variedades de progreso científico que fueron impulsadas por todas las prácticas individuales del ESNI.

Por último, vista cada variedad de progreso científico individualmente, el cuadro 7.1 demuestra que el progreso conceptual fue la variedad de progreso

científico que más se impulsó en el ESNI (22 nuevos modos de referencia en 6 términos clave), seguida del progreso en los enunciados aceptados (18 nuevos enunciados aceptados) y del progreso erotético (11 nuevas preguntas significativas). En contraste, las variedades de progreso científico menos recurrentes en el ESNI fueron el progreso explicativo (cinco contibuciones) y el progreso en la sabiduría experimental (seis contribuciones).

Esta descripción de la naturaleza y dirección del progreso científico a nivel de las prácticas individuales del ESNI, por un lado, demuestra que en el período estudiado este enfoque ha hecho un gran esfuerzo para impulsar su progreso científico y, por otro, desmiente a quienes sostienen que la gran difusión que experimentó el ESNI en los 1990 carece de sustento teórico.

2.2. Progreso científico del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación a nivel de su práctica de consenso

¿Lo que ha ocurrido a nivel de las prácticas individuales permite concluir que el ESNI en su conjunto también ha experimentado progreso científico?

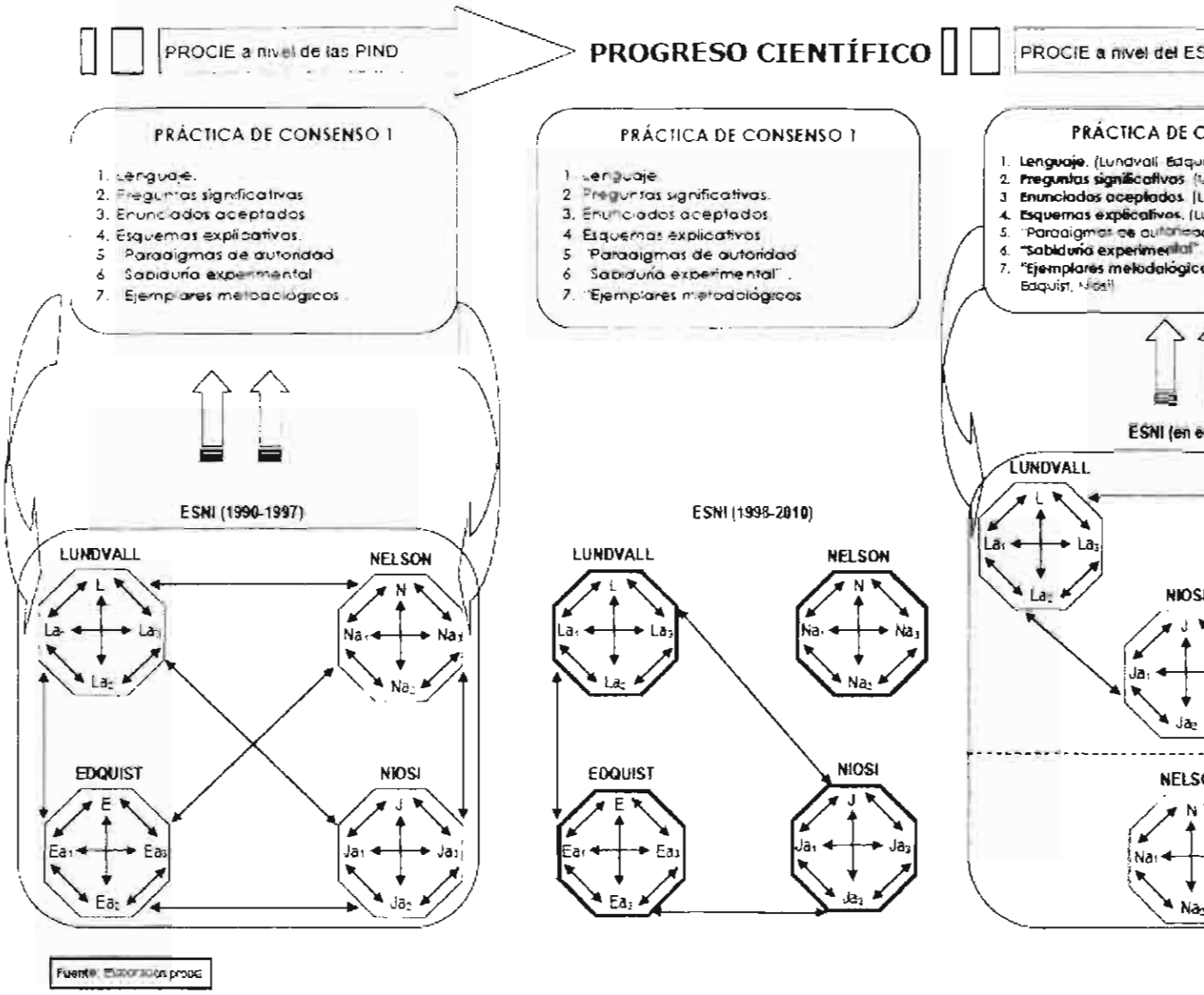
Desde nuestro punto de vista, esta pregunta merece una respuesta negativa porque, aunque las prácticas individuales sí han impulsado progreso científico, este esfuerzo todavía no se ha traducido en la sustitución de la primera práctica de consenso del ESNI.

¿Cuál es entonces la situación actual del ESNI?

Una posible respuesta a esta pregunta es que el progreso científico promovido por las prácticas individuales del ESNI en el período 1982-2010, sin ser desdeñable, ha sido insuficiente como para impulsar un cambio en su primera práctica de consenso. Una variante más radical de esta respuesta es que el ESNI experimenta otra paradoja, según la cual el progreso científico experimentado a nivel de las prácticas individuales no impacta al progreso científico de la comunidad en su conjunto.

En contraste, la presente investigación sostiene que el progreso científico impulsado por las prácticas individuales ha provocado un desacoplamiento temporal entre ellas y la primera práctica de consenso del ESNI que prefigura el progreso científico de este enfoque. La figura 7.1 ilustra esta situación.

Figura 7.1. *Evolución del Progreso Científico del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innov*



Fuente: Elaboración propia

Esta figura representa el progreso científico del ESNI en tres fases. En la primera fase (período 1990-1997), el ESNI se consolida con la aparición de un grupo de autoridades en la materia que, al amparo de la primera práctica de consenso, difunde ampliamente el estudio de los SNI. Las sub-comunidades científicas de Lundvall, Nelson, Edquist y Niosi, sin embargo, no se limitan a aplicar la teoría de los SNI de Freeman, sino que, como demuestran los capítulos III-VI, también introducen una serie de variedades de progreso que desafían a la primera práctica de consenso del ESNI. En suma, esta primera fase se caracteriza, por un lado, por consolidar y difundir ampliamente el estudio de los SNI y, por otro, por sentar las bases del progreso científico del ESNI.

La segunda fase del progreso científico del ESNI se da entre 1998 y 2010. Esta fase se caracteriza por un desacoplamiento entre la primera práctica de consenso del ESNI y algunas de sus prácticas individuales. Como se demostró en el apartado anterior, el desacoplamiento se explica porque una parte de la primera práctica de consenso del ESNI quedó obsoleta ante el advenimiento de las variedades de progreso científico que impulsaron las prácticas individuales de Lundvall, Nelson, Edquist y Niosi. La figura 7.1 ilustra esta situación, primero, con la eliminación de las flechas que conectaban a las sub-comunidades científicas con la primera práctica de consenso y de las flechas que devolvían la retroalimentación de arriba hacia abajo; segundo, con el ensanchamiento de los bordes de las sub-comunidades científicas que fomentaron progreso científico; y, tercero, con la eliminación de las flechas de interrelación que unían a la práctica individual de Nelson con las demás.[101]

La tercera fase del progreso científico del ESNI está por venir y, desde nuestro punto de vista, se caracterizará por la eliminación del desacoplamiento y la instauración de una segunda práctica de consenso. Desde este punto de vista, el desacoplamiento es temporal y se solucionará gracias a que la segunda

[101]. La marginación de esta práctica individual se debe a que desde el principio optó por una definición estrecha de los SNI, a contracorriente de las demás prácticas individuales, que han estado pugnando por utilizar una definición amplia. Adicionalmente, Nelson ha dejado de impulsar progreso científico desde fines de los 1990. Y por último, la teorización de Nelson se ha vinculado más con la comunidad científica de la Triple Hélice.

práctica de consenso del ESNI incorporará tanto las variedades de progreso científico impulsadas por las prácticas individuales de Lundvall, Nelson, Edquist y Niosi como los elementos de la primera práctica de consenso que permanecieron inalterados. La figura 7.1 ilustra esta situación resaltando con negritas las dimensiones de la práctica de consenso que fueron perfeccionadas, poniendo entre paréntes las prácticas individuales que impulsaron las variedades de progreso en esas dimensiones y manteniendo, pero sin negritras, las dimensiones de la primera práctica de consenso que no sufrieron cambio.

Desde nuestro punto de vista, en la tercera fase del progreso científico del ESNI, se observarán dos fenómenos: primero, las prácticas individuales de Lundvall, Edquist y Niosi tendrán más peso en la segunda práctica de consenso porque son ellas las que más crédito han adquirido en este período y, segundo, la práctica individual de Nelson será marginada de las autoridades en la materia. La figura 7.1 ilustra estos fenómenos manteniendo las flechas de interrelación entre las prácticas individuales de Lundvall, Edquist y Niosi, manteniendo las flechas de retroalimentación entre la segunda práctica de consenso y estas tres prácticas individuales y separando con una línea punteada a la práctica individual de Nelson tanto de las otras tres prácticas indiviaduales como de la segunda práctica de consenso.

Por último, es pertinente señalar que no es posible establecer *a priori*: i) cuánto durará el período de desacoplamiento entre la primera práctica de consenso y las prácticas individuales que han impulsado progreso científico en el ESNI, ii) cuándo se configurará la segunda práctica de consenso, iii) cuál será la estructura de la segunda práctica de consenso, o sea, cuáles variedades de progreso adoptará y cuáles rechazará y iv) cuál de las prácticas individuales prevalecerá sobre las demás.

3. CONCLUSIONES

El objetivo de este capítulo fue explicar la naturaleza y dirección del progreso científico en el ESNI. Para alcanzar este objetivo fue necesario consolidar las variedades de progreso que impulsaron las sub-comunidades científicas de

Lundvall, Nelson, Edquist y Niosi entre 1982 y 2010 y analizar esa información a la luz de la teoría del progreso científico de Kitcher.

La importancia de este capítulo reside en que presenta la evaluación del progreso científico del ESNI, que es el objetivo que se planteó esta tesis desde el principio.

Los principales hallazgos de este capítulo son: i) que el ESNI no está estancado teóricamente porque las prácticas individuales que lo conforman han impulsado una gran cantidad de variedades de progreso científico, ii) que actualmente este enfoque experimenta un desacoplamiento entre su primera práctica de consenso y las prácticas individuales de Lundvall, Edquist y Niosi, derivado de que las variedades de progreso que han impulsado estas autoridades en la materia han vuelto obsoletas algunas partes de la primera práctica de consenso y iii) que esta fase de desacoplamiento es temporal y se solucionará cuando la nueva práctica de consenso del ESNI incorpore las variedades de progreso que han impulsado estas prácticas individuales.

CONCLUSIONES GENERALES

El concepto de Sistema Nacional de Innovación apareció a principios de los 1980 para contribuir a la explicación de un proceso de innovación cada vez más complejo.

La teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación propone, en esencia, que la innovación no depende únicamente de las actividades innovadoras de las empresas, sino que también es perfilada por el entorno que las rodea, o sea, por un grupo de organizaciones e instituciones dedicadas a apoyar a las empresas innovadoras, el cual fue denominado por Christopher Freeman Sistema Nacional de Innovación.

Esta teoría se consolidó a principios de los 1990 con la formación de una comunidad científica dedicada exclusivamente a estudiar la estructura, la naturaleza y la dinámica de los Sistemas Nacaionales de Innovación. En la presente investigación, a esta comunidad científica se le ha denominado Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación.

Desde 1993, la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación se ha difundido aceleradamente entre los *Policy Makers* y se ha extendido a otros niveles de agregación, dando lugar a conceptos tales como Sistema Regional de Innovación, Sistemas Sectorial de Innovación, etc.

A fines de los 1990 y principio de los 2000 apareció una oleada de estudios que critican a la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación. Esos estudios señalan que esta teoría se ha estancado debido a que: i) no ha podido solucionar su "ambigüedad conceptual", ii) no ha formalizado sus propuestas y iii) la internacionalización de las actividades innovadoras ha minado la influencia de los Sistemas Nacionales de Innovación sobre el proceso de innovación y ha favorecido la incidencia de los sistemas de innovación sub-nacionales y supra-nacionales.

El Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación ha respondido a estas críticas de distintas maneras (el primer apartado de los capítulos III-VI ejemplifica cómo han enfrentado las críticas las prácticas individuales de Lundvall, Nelson, Edquist y Niosi). Sin embargo, esas respuestas son aisladas y no van al

fondo del asunto, o sea, no buscan evaluar el progreso científico de la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación.

En este sentido, la presente investigación es importante y aporta elementos nuevos al estudio de los Sistemas Nacionales de Innovación porque responde a las críticas, no con respuestas puntuales, sino con una verdadera (y tal vez pionera) evaluación del progreso científico del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación en su conjunto.

La hipótesis que guió esta investigación establece que la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación sí ha avanzado en el período 1982-2010, pero ese progreso no ha sido registrado sistemáticamente porque ni sus críticos ni sus apologistas han realizado verdaderas evaluaciones de su progreso científico.

Para demostrar esta hipótesis, la presente investigación empezó por argumentar que, dada su escasa formalización, la mejor manera de evaluar el progreso científico de la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación es a nivel del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación, o sea, a nivel de toda la comunidad científica dedicada a estudiar estos sistemas.

Posteriormente, esta investigación mostró que la Epistemología Naturalizada es el mejor método para realizar evaluaciones del progreso científico de este tipo.

Luego se plantearon las siguientes preguntas de investigación para poner a prueba la hipótesis:

1. ¿Ha experimentado progreso científico el Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación en el período 1982-2010?
2. En el caso de que la pregunta # 1 tenga una respuesta afirmativa, ¿cuál es la naturaleza y dirección del progreso científico que ha experimentado el Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación en el período 1982-2010?

El primer paso para responder las preguntas de investigación fue perfilar al Enfoque de los Sistemas Nacionales de Investigación. Esto implicó identificar a las autoridades en la materia de este enfoque y a su primera práctica de consenso.

En este sentido, se estableció, primero, que el Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación consta de cinco sub-comunidades científicas, las cuales son comandadas por Freeman, Lundvall, Nelson, Edquist y Niosi; segundo, que las sub-comunidades científicas son las principales prácticas individuales de este enfoque; y, tercero, que la práctica individual de Freeman puede considerarse al mismo tiempo como la primera práctica de consenso del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación, porque Freeman fue el padre del concepto Sistema Nacional de Innovación, porque él se mantuvo perfeccionando su práctica individual por dos décadas y porque al interior del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación Freeman es universalmente reconocido como una autoridad en la materia.

El segundo paso para dar respuesta a las preguntas de investigación fue caracterizar a la primera práctica de consenso del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación, lo cual se realizó a partir de una reconstrucción de la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación de Freeman e implicó organizar las propuestas de este autor en los siete rubros que propone la Epistemología Naturalizada: lenguaje, preguntas significativas, enunciados aceptados, esquemas explicativos, paradigmas de autoridad, sabiduría experimental y ejemplares metodológicos.

El tercer paso en este sentido fue describir la naturaleza del progreso científico del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación comparando su primera práctica de consenso con las prácticas individuales de las demás autoridades en la materia. Esto conllevó reconstruir las teorías de los Sistemas Nacionales de Innovación de Lundvall, Nelson, Edquist y Niosi e identificar las mejoras que le imprimieron estas teorías a la primera práctica de consenso. De esta manera se generó evidencia sobre las variedades de progreso científico fomentadas por las prácticas individuales de las autoridades en la materia para impulsar el progreso científico del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación.

El cuarto y último paso para responder las preguntas de investigación fue realizar la evaluación del progreso científico del Enfoque de los Sistemas

Nacionales de Innovación con la evidencia recabada y a la luz de la teoría del progreso científico de Kitcher. Esto supuso consolidar las variedades de progreso científico alentadas por las autoridades en la materia del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación y distinguir entre progreso científico a nivel de las prácticas individuales y a nivel de la práctica de consenso.

De esta manera, la presente investigación arribó a las siguientes conclusiones:

Primera, que en el período 1982-2010 las prácticas individuales de Lundvall, Nelson, Edquist y Niosi impulsaron considerablemente el progreso científico del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación agregándole múltiples variedades de progreso científico.

Segunda, que el impulso que recibió el progreso científico del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación en este período fue muy diversificado, porque afectó a todas las dimensiones de la primera práctica de consenso.

Tercera, que el esfuerzo que llevaron a cabo las prácticas individuales de Lundvall, Nelson, Edquist y Niosi para impulsar el progreso científico del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación provocó un desacoplamiento entre estas prácticas individuales y la primera práctica de consenso de este enfoque.

Cuarta, que, a pesar del esfuerzo realizado a nivel de las prácticas individuales, en sentido estricto el Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación no ha experimentado progreso científico, porque su primera práctica de consenso aún sigue vigente.

Quinta, que, sin embargo, la desunión entre las prácticas individuales progresistas y la primera práctica de consenso del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación pone a este enfoque en la ruta del progreso científico, porque prefigura la aparición de una nueva práctica de consenso que incorporará las variedades de progreso científico impulsadas en el período 1982-2010.

Sexta, que no es posible establecer *a priori* cuánto durará el período de desacoplamiento, cuándo se configurará la segunda práctica de consenso, cuál será la estructura de dicha práctica (o sea, cuáles variedades de progreso

adoptará y cuáles rechazará) ni cuál de las prácticas individuales prevalecerá sobre las demás.

Y séptima, que las primeras seis conclusiones de esta tesis desmienten a quienes afirman que la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación está estancada y que el estudio de estos sistemas ha perdido importancia frente a los que analizan los sistemas de innovación a niveles sub o supra-nacionales.

Para cerrar este apartado, es pertinente señalar algunos aspectos que investigaciones futuras deberán tomar en cuenta para mejorar la evaluación del progreso científico del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación.

El primero de ellos tiene que ver con la definición de esta comunidad científica. Ante la falta de información, para demostrar la existencia del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación, la presente investigación se basó únicamente en la evolución histórica del concepto de Sistema Nacional de Innovación, en la noción de Enfoque de los Sistemas de Innovación y en el artículo de Carlsson (2004), donde se identifican los estudios que sobre los Sistemas Nacional de de Innovación se hicieron entre 1987 y 2002. Por tanto, para perfilar mejor el Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación, la investigación futura deberá, por una parte, depurar la información que proporciona Carlsson y completarla con un nuevo estudio biblio-hemerográfico que incluya todo lo que se publicó sobre los Sistemas Nacionales de Innovación antes de 1987 y después de 2003; y, por otra, asegurarse de que los trabajos incluidos se basen, aunque sea implícitamente, en los principios teóricos de la Economía Evolutiva, de la Economía Institucionalista y de la Economía de la Innovación.

El segundo aspecto se relaciona con la descripción de la estructura del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación. En la presente investigación, el método para identificar a las autoridades en la materia únicamente fue la experiencia y el conocimiento que el autor tiene sobre el tema. Por tanto, para definir más objetivamente la estructura de este enfoque, es necesario que la investigación futura, por medio de estudios biblio-hemerográficos, establezca quienes son las autoridades en la materia identificando los elementos que

comparten las distintas teorías de los Sistemas Nacionales de Innovación y agrupando a los autores según la afinidad revelada por ese estudio. Esta forma de perfilar la estructura del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación tiene las siguientes ventajas: i) en el caso de que no se identifiquen nuevas autoridades en la materia, fortalecerá el supuesto de que las autoridades en la materia del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación son Lundvall, Nelson, Edquist y Niosi, ii) revelará los nombres de otras autoridades en la materia (en caso de que existan), iii) proporcionará los nombres de los "aprendices" de cada sub-comunidad científica y iv) más importante, fortalecerá las conclusiones de la presente investigación porque permitirá identificar otras variedades de progreso científico con las cuales se conformará la segunda práctica de consenso del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación.

El tercer aspecto pendiente se conecta con la justificación de la primera práctica de consenso del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación. Ante la falta de estudios que informen sobre los aspectos que comparten las distintas teorías de los Sistemas Nacionales de Innovación, esta investigación –basándose en que Freeman fue quien introdujo el concepto de Sistema Nacional de Innovación, en que este autor es considerado universalmente como una autoridad en la materia en cuanto al estudio de estos sistemas y en que Freeman se dedicó a estudiar los Sistemas Nacionales de Innovación durante más de dos décadas– decidió suponer que la práctica individual de Freeman puede considerarse al mismo tiempo como la primera práctica de consenso del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación. Por tanto, aunque este supuesto no es completamente arbitrario, es necesario que investigaciones futuras caractericen mejor la primera práctica de consenso de este enfoque, sea apoyando el supuesto de la presente investigación con análisis biblio-hemerográficos que demuestren que todas las sub-comunidades del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación comparten lo que establece la práctica individual de Freeman, o sea identificando y caracterizando a la primera práctica de consenso del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación por otras vías.

Por último, la investigación futura debe completar el análisis del progreso científico del Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación, sobre todo en lo que tiene que ver con los paradigmas de autoridad, variedad del progreso científico que prácticamente no fue incorporada en la presente investigación por no tener muy claro cómo medirla. En este mismo sentido, la investigación futura debe agregar: i) las variedades de progreso científico que impulsaron las prácticas individuales de Lundvall, Nelson, Edquist y Niosi y que, por falta de tiempo, no se incorporaron en esta primera evaluación, ii) las nuevas variedades de progreso científico que impulsen Lundvall, Nelson, Edquist y Niosi, y iii) las variedades de progreso científico que impulsaron e impulsarán otras autoridades en la materia que no hayan sido consideradas en la presente investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Abramovitz**, Moses. (**1986**), "Catching up, forging ahead and falling behind", *Journal of Economic History*, Vol. 46 (2), pp. 385-406.
- **Achilladelis**, B. *et al.* (1971), Project SAPPHO: A Study of Success and Failure in Industrial Innovation, 2 vols. London: Centre for the Study of Industrial Innovation.
- **Aguirre**, Juan. **(2009)**, "Puede hablarse de progreso en el conocimiento científico?, en: http://www.scribd.com/doc/11579680/Podemos-hablar-de-progreso-cientifico
- **Aliseda**, Atocha. **(2006)**, Abductive Reasoning. Logical Investigations into Discovery and Explanation. Dordrecht: Springer.
- **Andersen**, Esben Sloth. **(1992)**, "Approaching national innovation systems", in: Lundvall, B.-Å. (Ed.), National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning, London: Pinter, pp. 68-92.
- **Andersen**, Esben Sloth *et al.* **(1981)**, "The importante of the home market for technological development and the export specialisation of manufacturing industry". In: Freeman, Christopher, *et al.* (Eds.), Technical Innovation and National Economic Performance, Aalborg: Aalborg University Press, pp. 49–102.
- **Anderson**, Philip W. (**1994**), "The eightfold way to the theory of complexity: a prologue", en: George Cowan, David Pines and David Meltzer (Editors), Complexity: Metaphors, Models and Reality, MA: Addison-Wesley, pp. 7-16.
- **Archibugi**, Danielle ***et al.*** (editors). (1999), "Innovation systems and policy in a global economy", en: Archibugi, D. & Howells, J. & Michie, J. (eds.). Innovation policy in a global economy, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 1-16.
- **Arrow**, Kenneth. **(1962)**: "The economic implications of learning by doing", *Review of Economic Studies*, Vol 29 (80), pp. 155-173.
- **Arrow**, Kenneth. **(1974)**, The limits of organization, New York: W.W. Norton & Co.
- **Arthur**, W. Briant. **(1999)**, "Complexity and the Economy", *Science*, 284: 107-109.
- **Axelrod**, Robert. **(1997)**, The Complexity of Cooperation, Princeton: Princeton University Press.
- **Balzat**, Markus. **(2002)**, "The Theoretical Basis and Empirical Treatment of National Innovation Systems", University of Augsburg (Germany), Economics Department, *Discusión Paper*, No. 232.
- **Balzat**, Markus. **(2003)**, "Benchmarking in the Context of National Innovation Systems: Purpose and Pitfalls"", University of Augsburg (Germany), Institute for Economics, *Discusión Paper Series*, No. 238.
- **Balzat**, Markus **y Hanusch**, Horst. **(2004)**, "Recent Trends in the Research on National Innovation Systems", *Journal of Evolutionary Economics*, No. 14, pp. 197-210.
- **Balzer**, W. **(2000)**, "On Approximate Reduction," in: Jonkisz, Adam and Koj, Leon. On Comparing and Evaluating Scientific Theories, Amsterdam: Rodopi, pp. 153-170
- **Baumol**, William. (**1986**), "Productivity growth, convergence and welfare: what the long-run data show", American Economic Review, Vol. 76 (5), pp. 1072-1085.
- **Becker**, Markus. **(2004)**, "Organizational routines: a review of literature", *Industrial and Corporate Change*, Volume 13 (4), pp. 643–677.
- **Bertalanffy**, Ludwing. (**1950**), "The theory of open systems in physics and biology", *Science*, Vol. 111, No. 2872, pp. 23-29.
- **Bird**, Alexander. (**2007**) "What is scientific progress?", *Noûs*, Vol. 41(1), pp. 64-89.
- **Bird**, Alexander. (**2008**) "Scientific Progress as Accumulation of Knowledge –A Reply to Rowbottom", *Studies in History and Philosophy of Science*, vol. 39, pp. 279-281.

- **Bogan**, C. **y English**, M. (**1994**), Benchmarking for best practices, New York: McGraw -Hill.
- **Borrás**, Susana. **(2004)**, "Systems of Innovation Theory and the European Union", *Science and Public Policy*, Vol. 31 (6), December 2004, pp. 425-433.
- **Bowers**, D. A. *et al.* **(1981)**, "Modelling Bicommunal Conflict: Structuring the Model", *Futures* **13** (1), pp. 31-42.
- **Braczyk**, H-J *et al.* **(1998)**, Regional Innovation Systems: The role of governances in a globalized world, London: University College London Press.
- **Breschi**, Stefano **y Malerba**, Franco. **(1997)**, "Sectoral Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics, and Spatial Boundaries", in: Edquist, Charles (Editor). Systems of Innovations. Technologies, Institutions and Organizations, London: Pinter, capítulo 6, pp. 130-156.
- **Brewster**, David. **(1837)**, "Whewell´s history of the inductive science", *Edinburgh Review* 66: 110-151.
- **Burns**, Tom **y Stalker**, G.M. **(1961)**, The management of innovation. London: Tavistock.
- **Carlsson**, Bo (Editor). **(1995)**, Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation, Boston: Kluwer Academic Publishers.
- **Carlsson**, Bo (Editor). **(1997)**, Technological Systems and Industrial Dynamics, Boston: Kluwer Academic Publishers.
- **Carlsson**, Bo (Editor). **(2002)**, Technological Systems in the Bio Industries: An International Study, Boston: Kluwer Academic Publishers.
- **Carlsson**, Bo. **(2004)**, "Innovation Systems: A Survey of the Literature from a Schumpeterian Perspective", paper presented to the International J.A. Schumpeter conference, Milan, Italy, June 9-12, 2004.
- **Carlsson**, Bo. **(2006)**, "Internationalization of Innovation Systems: A Survey of the Literature", *Research Policy*, Vol. 35, pp. 56-67.
- **Carlsson**, Bo **y Stankiewicz**, R. **(1991)**, "On the nature, function, and composition of technological systems", *Journal of Evolutionary Economics*, Vol. 1 (2), 93–118.
- **Carlsson**, Bo **y Jacobsson**, Staffan. **(1997)**, "In search of a useful technology policy—general lessons and key issues for policy makers", in: Carlsson, Bo. (Editor), Technological Systems and Industrial Dynamics, London: Kluwer Academic Publishers.
- **Carlsson**, Bo **y Jacobsson**, Staffan. **(1997a)**, "Diversity creation and technological systems: a technology policy perspective", in: Edquist, Charles. (Editor), Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organisations, London: Pinter, pp. 266-294.
- **Carlsson**, Bo, Staffan **Jacobsson**, Magnus **Holmén**, Annika **Rickne**. **(2002)**, "Innovation Systems: Analytical and Methodological Issues", *Research Policy*, Vol 31 (2), pp. 233-245.
- **Carr**, Edward. **(1986)**, What is History?, Harmondsworth, UK: Penguin.
- **Chaminade**, Cristina **y Edquist**, Charles. **(2006a)**, "Industrial policy from systems of innovation perspective", *EIB Papers*, Vol. 11(1), pp. 109-132.
- **Chaminade,** Cristina **y Edquist**, Charles. **(2006b)**, "Rationales for public policy intervention from a systems of innovation approach: the case of VINNOVA", Lund University, CIRCLE paper no. 2006/04.
- **Clark**, G.L., **Feldman**, M. P. **y Gertler**, M.S. **(2000)**, The Oxford Handbook of Economic Geography, London: Oxford University Press.
- **Cohen**, I. Bernard. (**1985**), Revolution in Science, Cambridge, MA: Harvard University Press.

- **Cohen**, Wesley **y Levinthal**, Daniel. **(1990)**, "Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation", *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35 (1), pp. 128-152.
- **Colander**, David. (**2000**), Complexity and the history of economic thought, London: Routledge.
- **Cooke**, Philip. **(1996)**, Regional Innovation Systems: An Evolutionary Approach, London: Oxford University Press.
- **Cooke**, Philip. **(2001)**, "Regional innovation systems, clusters and the knowledge economy", *Industrial and Corporate Change*, Vol. 4 (10), pp. 945-974.
- **Cooke**, Philip *et al.* **(1997)**, "Regional innovation systems: institutional and organizational dimensions", *Research Policy,* Vol. 4/5, pp. 475–493.
- **Cooke**, Philip **y Morgan**, Kevin. **(1998)**, The Associational Economy: Firms, Regions and Innovation, Oxford: Oxford University Press.
- **Coriat**, Benjamin **y Weinstein**, O. **(2002)**, "Organizations, Firms and Institutions in the Generation of Innovation", *Research Policy*, Vol. 31 (2), pp. 273-290.
- **Cowan**, Robin **y Foray**, Dominique. **(1997)**, "The economics of codification and the diffusion of knowledge", *Industrial and Corporate Change*, Vol. 6 (3), pp. 595-622.
- **Cowan**, Robin, Paul **David y** Dominique **Foray**. **(2000)**, "The explicit economics of knowledge codification and tacitness", *Industrial and Corporate Change*, Vol. 9 (2), pp. 211-253.
- **Crémer, Jaques**. (1995), "Arm´s length relationships", *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. CX (2), pp. 275-295.
- **Crow**, Michael **y Bozeman**, Barry. (**1998**), Limited by deign. R&D laboratories in the US National Innovation System, New York: Columbia University Press.
- **Curnow**, R. **y Moring**, G. (1968), "Project SAPPHO: a study in industrial innovation", *Futures*, Vol 1 (2), pp. 82-90.
- **Dahmén**, E. **(1950/1970)**, Entrepreneurial Activity and the Developmentof Swedish Industry 1919–1939. American Economic Association Translation Series, Homewood, IL: D. Irwin.
- **Dahmén**, E. **(1989)**, "'Development Blocks' in industrial economics", in: Bo Carlsson (editor). Industrial Dynamics: Technological, organizational, and structural changes in industries and firms (studies in industrial organization), New York-Heidelberg-Berlin: Springer, pp. 199-122.
- **David**, Paul A. **y Foray**, Dominique. **(1994)**, "Dynamics of competitive technology diffusion through local network structures: The case of EDI document standards", in: Loet Leydesdorff (editor). New Developments in Technology Studies, Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- **David**, Paul **y Foray**, Dominique. **(1995)**, "Accessing and expanding the science and technology knowledge base", *STI-Review*, No. 16, pp. 13-68.
- **De Liso**, Nicola. **(2006)**, "Charles Babbage, Technological change and the "national system of innovation", *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, Vol. 162 (3), pp.470-485.
- **DeBresson**, Christ. (1989), "Breeding innovation clusters: a source of dynamic development". *World Development* 17, pp. 1–6.
- **DeBresson,** Christ **y Amesse**, Fernand. (1991), "Networks of innovators: a review and introduction to the issue", *Research Policy* 205, pp. 363–379.
- **Dosi**, Giovanni. **(1988)**, "The nature of innovative process", in: Dosi, Giovanni *et al.* (editors). (1988), Technical change and economic theory, London: Pinter Publishers, pp. 221-238.
- **Dosi**, Giovanni *et al.* (editors). **(1988)**, Technical change and economic theory, London: Pinter Publishers.

- **Dosi**, Giovanni y **Grazzi**, Marco. **(2006)**. "Technologies as problem-solving procedures and Technologies as input-output relations: some perspectives on the theory of production", *Industrial and Corporate Change*, Vol 15 (1), pp. 173-202.
- **Edquist**, Charles. **(1997)**, "Systems of Innovation Approaches –The emergence and Characteristics", en: Edquist, Charles. Systems of Innovation. Technologies, institutions and organizations, London, Pinter Publisher Ltd. (Science, Technology and International Political Economy Series), pp. 1-35.
- **Edquist**, Charles. **(1999)**, "Innovation policy –A systemic approach", en: http://www.tema.liu.se/sirp/chaed.htm
- **Edquist**, Charles. **(2001)**, "The Systems of Innovation Approach and Innovation Policy: An Account of the State of Art", paper presented at the DRUID Conference, Aalborg, June 12-15 2001, Under theme F: "National Systems of Innovation, Institutions and Public Policy".
- **Edquist**, Charles. **(2001a)**, "Systems of Innovation for Development (SID)", paper written for UNIDO World Industrial Development Report (WIDR), 2001.
- **Edquist**, Charles. **(2001b)**, "Innovation Policy –A Systemic Approach", in: Archibugui, Danielle, and Lundvall, Benght Ake. The Globalising Learning Economy: Major Socio-Economic Trenes and European Innovation Policy, Oxford: Oxford University Press, chapter 12, pp.
- **Edquist**, Charles. **(2001c)**, "Innovation Policy in the Systems of Innovation Approach: Some Basic Principles", in: Fischer, M. and Frohllich (Editors). Knowledge, Complexity and Innovation Systems, chapter 3, pp. 46-57.
- **Edquist**, Charles. **(2004a)**, "Systems of Innovation –Perspectives and Challenges", en: Fagerberg, Jan, David Mowery and Richard Nelson (editors). The Oxford Handbook of Innovation, Oxford: Oxford University Press, chapter 7.
- **Edquist**, Charles. **(2004b)**, "Reflections on the Systems of Innovation Approach", *Science and Public Policy,* Vol. 31 (6), December 2004, pp. 485-489.
- **Edquist**, Charles **y Lundvall**, Bengt-Ake. **(1993)**, "Comparing the Danish and Swedish Systems of Innovation", in: Nelson, Richard. National Innovation Systems. A Comparative Analysis, New York: Oxford University Press, chapter 8, pp. 265-298.
- **Edquist**, Charles **y Johnson**, Bjorn. **(1997)**, "Institutions and organizations in systems of innovation", in: Edquist, Charles. Systems of innovation. Technologies, Institutions and organizations, Cheltenham: Edward Elgar, pp. 41-63.
- **Edquist**, Charles **y Hommen**, Leif. **(1999)**, "Systems of Innovation: theory and Policy from the Demand Side", *Technology in Society*, Vol. 21 (1), pp. 63-79.
- **Edquist**, Charles ***et al.*** **(2000)**, "The Systems of Innovation Approach and its General Policy Implications", in: Edquist, Charles and Maureen McKelvey (editors). Systems of Innovation: Growth, Competitiveness and Employment. Volume II, Cheltenham: Edgard Elbar Publishing Limited, chapter 21, pp. 531-557.
- **Edquist**, Charles **y McKelvey**, Maureen. **(2000)**, "Introduction", in: Edquist, Charles y McKelvey, Maureen. Systems of innovation: growth, competitiveness and Employment, (Vol. 1), Cheltenham: Elgar, pp. xi-xxii.
- **Edquist**, Charles ***et al.*** **(2001)**, Innovation and Employment. Process *versus* product innovation, Cheltenham: Edward Elgar.
- **Edquist**, Charles **y Hommen**, Leif. **(2004)**, "Comparative Framework for a Proposed Structure of the Studies of National Innovation Systems in Ten Small Countries", paper presented in Lund University, Sweden
- **Edquist**, Charles **y Chaminade**, Cristina. **(2005)**, "From Theory to Practice: the use of systems of innovation approach in innovation policy", Circle Electronic Working Paper Series, Paper No. 2005/02.

- **Edquist**, Charles **y Hommen**, Leif. **(2006)**, "Comparing National Systems of Innovation in Asia and Europe: Growth, Globalisation, Change, and Policy"
- **Edquist**, Charles **y Chaminade**, Cristina. **(2006a)**, "Industrial policy from systems of innovation perspective", *EIB Papers*, Vol. 11(1), pp. 109-132.
- **Edquist**, Charles **y Hommen**, Leif. **(2009)**, Small Country Innovation Systems: globalization, change and policy in Asia and Europe, Cheltenham: Edward Elgar.
- **Etzkowitz**, Henry **y Leydesdorff**, Loet. **(2000)**, "The dynamics of innovation: from National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of university-industry-government relations", *Research Policy*, Vol. 29, pp. 109-123.
- **Fagerberg**, Jan. **(1986)**, "A technological approach to why rates differ", *Research Policy*, Vol 16 (2-4), pp. 87-99.
- **Feyerabend**, Paul. **(1962)**, "Explanation, reduction and empiricism", en: Feigl, H. y Maxwell, G. Minnesota Studies in the Philosophy of Science, Voñ. III, Minneapolis: University of Minnesota Press.
- **Feyerabend**, Paul. **(1965)**, "On the 'meaning' of the scientific terms", *Jornal of Philosophy*, Vol. 62, pp- 266-274.
- **Fischer**, Manfred. **(2001)**, "Innovation, knowledge creation and systems of innovation", *The Annals of Regional Science*, Vol. 35 (2), pp. 199-216.
- **Forrester**, Jay W. **(1971)**, "Counterintuitive behavior of social systems", *Technology Review*, 73 (3), pp. 52-68.
- **Fransman**, Martin. **(1994)**, "Information, knowledge, vision and theories of the firms", *Industrial and Corporate Change*, Vol. 3 (3), 713-757.
- **Freeman**, Christopher. **(1972)**, The Economics of Industrial Innovation, London: Penguin.
- **Freeman**, Christopher. **(1982/2004)**, "Technological infraestructure and international competitiveness", *Industrial and Corporate Change*, Vol. 13 (3), pp. 541-569.
- **Freeman**, Christopher. **(1987)**, Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan, New York: Pinter Publisher.
- **Freeman**, Christopher. **(1988a)**, "Japan: a new national system of innovation?", in: Dosi, Giovanni *et al.* Technical Change and Economic Theory, New York: Pinter Publishers, pp. 330-348.
- **Freeman**, Christopher. **(1988b)**, "Technology Gaps, International Trade and the Problems of Smaller and Less Developed Economies", in: Freeman, Christopher and Lundvall, Benght-Ake. Small Countries Facing the Technological Revolution, London: Pinter, 67-84.
- **Freeman**, Christopher. **(1991)**, "Networks of Innovators: A Synthesis of Research Issues", *Research Policy*, Vol. 20 (5), pp. 499-514.
- **Freeman**, Christopher. **(1992)**, "Formal Scientific and Technical Institutions", in Lundvall, Benght-Ake (editor). National System of Innovation. Toward a theory of innovation and interactive learning, London: Pinter, chapter 9, pp. 169-187.
- **Freeman**, Christopher. **(1995)**, "The 'National System of Innovation' in Historical Perspective," *Cambridge Journal of Economics*, Vol. 19 (Special issue on technology and innovations), pp. 5-24.
- **Freeman**, Christopher. **(1997)**, "National Systems of Innovation" in: Freeman, Christopher and Soete, Luc. The Economics of Industrial Innovation, Cambridge, Mass.: MIT Press, chapter 12, pp. 295-315.
- **Freeman**, Christopher. **(2001)**, "A hard landing for the 'New Economy'? Information technology and the United States National System of Innovation", *Structural Change and Economic Dynamics*, Vol. 12 (2), pp115-139.

- **Freeman**, Christopher. **(2002a)**, "Continental, national and sub-national innovation systems –complementarity and economic growth", *Research Policy*, Vol. 31, pp. 191-211.
- **Freeman**, Christopher. **(2002b)**, "Perspectiva historica del 'Sistema Nacional de Innovacion'", en: M. Olazaran and M.G. Uranga (editores). Sistemas Regionales de Innovacion, Leioa: Universidad del Pais Vasco, pp 29-55.
- **Freeman**, Christopher, **Clark**, John **y Soete**, Luc. **(1982)**, Unemployment and technical innovation: a study of long waves in economic development, London: Frances Pinter.
- **Freeman**, Christopher **y Perez**, Carlota. **(1988)**, "Structural Crises of Adjustment, Business Cycles and Investment Behaviour", in: Dosi, Giovanni *et al.* (editors). (1988), Technical change and economic theory, London: Pinter Publishers, pp. 38-66.
- **Fregue**, Gottlob. **(1892/1952)**, "On sense and reference", in: Geach, P and M. Black (comps.), (1952), Translations from writings of Gottlob Fregue, Oxford: Blackwell, pp. 56-78.
- **Fuller**, Steve. (**1994**), "The advancement of science: science without legend, objectivity without illusions: Philip Kitcher (1993)", *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, Vol 25 (2), pp. 251-261.
- **Furman**, Jeffrey, Michael **Porter y** Scott **Stern**. **(2002)**, "The Determinants of National Innovative Capacity", *Research Policy,* Vol. 31: 899-933.
- **Fusfeld**, H. **y Hacklisch**, C. (**1985**), "Cooperative R&D for competitors", Harvard Business Review, Vol. 63 (6), pp. 60-76.
- **Galli**, Ricardo **y Teuball**, Morris. **(1997)**, "Paradigmatic Shifts in National Innovation Systems", in: Edquist, Charles. Systems of Innovation. Technologies, institutions and organizations, London, Pinter Publisher Ltd. (Science, Technology and International Political Economy Series), pp.342-370.
- **Gärdenfors**, P. **(1988)**, Knowledge in Flux: Modelling the Dynamics of Epistemic States, Cambridge, MA: The MIT Press.
- **Gerschenkron**, Alexander. (**1965**), Economic backwardness in historical perspective, New York: Praeger.
- **Giddens**, Anthony. **(1979)**, Central Problems in Social Theory: Action, Structure, and Contradiction in Social Analysis, California: University of California Press.
- **Giddens**, Anthony. **(1984)**, The Constitution of Society: Outline of the Theory of Structuration, California: University of California Press.
- **Gille**, B. (**1978**), Histoire des Techniques, Paris: Pléiade.
- **Grandy**, Richard. **(1973)**, "Reference, meaning and belief", *Journal of Philosophy*, No. 70, pp. 439-452.
- **Håkansson**, Hakan. **(1989)**, Corporate technological behaviour: cooperation and networks, London: Routledge.
- **Holland**, John. **(2004)**, Hidden Order – How Adaptation Builds Complexity, New York: Basic Books/Perseus Books Group.
- **Howells**, Jeremy. (**1999**), "Regional Systems of Innovation?", en: Archibugi, D. & Howells, J. & Michie, J. (eds.). Innovation policy in a global economy, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 67-93.
- **Ingelstam**, L. **(2002)**, System – att tänka över samhälle och teknik ('Systems – To Reflect over Society and Technology' – in Swedish), Energimyndighetens förlag.
- **Johnson**, Annika **y Jacobsson**, Staffan. **(2003)**, "The Emergence of a Growth Industry: A Comparative Analysis of the German, Dutch and Swedish Wind Turbine Industries", In: Metcalfe, S. & Cantner, U. (eds.) Transformation and Development: Schumpeterian Perspectives, Heidelberg: Physica/Springer.

- **Johnson**, Björn. **(1992)**, "Institucional Learning", in: Edquist, Charles (Editor). (1997), Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organisations, London: Pinter, pp. 23-44.
- **Johnson**, Björn, Charles **Edquist y** Bengt-Ake **Lundvall**. **(2003)**, "Economic Development and National Systems of Innovation Approach", artículo presentado en la Conferencia Internacional sobre Sistemas de Innovación y Estrategias de Desarrollo para el Tercer Milenio, First Globelics Conference, Noviembre de 2003.
- **Jonkisz**, A. **y Koj**, L. (eds.). **(2000)**, On Comparing and Evaluating Scientific Theories. Amsterdam: Rodopi.
- **Keirstead**, B. G. (1948), The theory of economic change, Torinto: Macmillan.
- **Kim**, Linsu. (2000), "Korean National System of Innovation", en: Kim, Lunsu y Nelson, Richard (editors). Technology, learning and innovation, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 335-360.
- **Kitcher**, Philip. **(1993)**, The Advancement of Science, New York: Oxford University Press.
- **Kline**, Stephen **y Rosemberg**, Nathan. **(1986)**, "An Overview of Innovation". En Landau R. y Rosemberg, Nathan. (Editors), The positive sum strategy. Harnessing Technology for Economic Growth. Washington, D. C.: National Academic Press, pp. 289-291.
- **Krugman**, Paul. **(1991)**, "Increasing returns and Economic Geography", *Journal of Political Economy*, Vol 99 (3), pp. 483-499.
- **Krupp**, H. **(1984)**, "Overview of Policy Issues: Panel Report on the Functions of Non-University Research Institutes", in: H. I. Fusfeld and C. S. Haklisch. (eds.). National R&D and Innovation Systems and the Contributions of Universities. University-Industry Research Interactions: New York, Pergamon: 95-100.
- **Kuhn**, Thomas. S. **(1962)**, The structure of scientific revolutions, Chicago: University of Chicago Press.
- **Kuhn**, Thomas S. **(1977)**, The essential tension, Chicago: University of Chicago.
- **Lakatos**, Imre. **(1970)**, "Falsification and the methodology of scientific research programs", en: Imre Lakatos y A. Musgrave (comps.). Criticism and the growth of knowledge, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 91-196.
- **Laudan**, Larry. **(1977)**, Progress and its problems, Berkeley: University of California Press.
- **Laudan**, Larry. **(1984)**, Science and values, Berkeley: University of California Press.
- **Laudan**, Larry. **(1990)**, Science and relativism: some key controversies in the philosophy of science, Chicago: University of Chicago Press.
- **Leibenstein**, Harvey. **(1976)**, Beyond economic man. A new foundation for microeconomics, Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- **Leibenstein**, Harvey. **(1978)**, General X-Efficiency Theory and Economic Development, New York: Oxford University Press
- **Linder**, S.B. **(1961)**, An Essay on Trade and Transformation, New York: Wiley.
- **List**, Friedrich. **(1841**/1885/1997), Sistema nacional de economia politica: con el anexo "Esbozos de economia politica americana", México: FCE. (Los años 1841 y 1885 son los años de publicación en alemán y en inglés, respectivamente).
- **Liu**, Xielin **y White**, Steven. **(2001)**, "Comparing Innovation Systems: a Framework and Application to China's Transitional Context", *Research Policy*, Vol 30, pp. 1091-1114.
- **Losee**, John. **(2004)**, Theories of scientific progress: an introduction, New York: Routledge.

- **Lundvall**, Bengt.-Åke. **(1985)**, "Product Innovation and User-Producer Interaction", *Industrial Development Research Series*, No. 31, Aalborg University Press, pp. 1-39.
- **Lundvall**, Bengt.-Åke. **(1988)**, "Innovation as an Interactive Process: From User-Producer Interaction to the National System of Innovation", in: Dosi, Giovanni *et al.* Technical Change and Economic Theory, London: Pinter Publishers, chapter 17, pp. 349-369.
- **Lundvall**, Bengt.-Åke (editor). **(1992)**, National systems of innovation. Towards a theory of innovation and interactive learning, London, Pinter Publishers.
- **Lundvall**, Bengt.-Åke. **(1998)**, "Why Study National Systems and National Styles of Innovation", *Technology Analysis and Strategic Management*, Vo. 10 (4), pp. 407-421.
- **Lundvall**, Bengt.-Åke. **(1999)**, "National business systems and national systems of innovation", *International Studies of Management & Organization*, Vol. 29 (2), pp.60-77.
- **Lundvall**, Bengt.-Åke. **(2002)**, Innovation, Growth and Social Cohesion: The Danish Model, Cheltenham: Edward Elgar.
- **Lundvall**, Bengt.-Åke. **(2003)**, "National Innovation System: History and Theory", Paper presented at NSTDA-JICA seminar on innovation Systems in Asian Economies, Bangkok, September 4-5, 2003.
- **Lundvall**, Bengt.-Åke. **(2004)**, "Introduction to 'Technological Infrastructure and Internacional Competitiveness' by Christopher Freeman", *Industrial and Corporate Change*, Vol. 13 (3), pp. 531-539.
- **Lundvall**, Bengt.-Åke. **(2005)**, "National Innovation Systems –Analytical Concept and Development Tool", DRUID Conference in Copenhagen, june 27-29 of June.
- **Lundvall**, Bengt.-Åke. **(2007)**, "Innovation System Research. Where it came from and where it might go", Paper presented at the Fifth Globelics Conference in Saratov, September 19-23.
- **Lundvall**, Bengt.-Åke. **(2007a)**, "Higher education, innovation and economic development", Paper to be presented at the World Bank's Regional Bank Conference on Development Economics, Beijing, January 16-17, 2007.
- **Lundvall**, Bengt.-Åke. **(2007b)**, "National innovation system: analytical focusing device and policy learning tool", ITPS Working Paper R2007:004.
- **Lundvall**, Bengt.-Åke **y Johnson**, Björn. **(1994)**, 'The learning economy', *Journal of Industry Studies*, Vol. 1, No. 2, December 1994, pp. 23-42.
- **Lundvall**, Bengt.-Åke ***et al.* (2002)**, "National Systems of Production, Innovation and Competence Building", *Research Policy*, Vol. 31 (2), pp. 213-231.
- **Lundvall**, Bengt.-Åke ***et al.* (2003)**, "Introduction: African systems of innovation and competence building", in: Muchie, Mammo, *et al.* Putting Africa First, The Making of African Innovation Systems, Aalborg University Press, pp. 1-10.
- **Lundvall**, Bengt.-Åke **y Borrás**, Susana. **(2004)**, "Science, technology and innovation policy", en: Fagerberg, Jan *et al.* (editors). The Oxford Handbook of innovation, New York: Oxford University Press, chapter 22, pp. 599-631.
- **Lundvall**, Bengt.-Åke ***et al.* (2010)**, Handbook of innovation systems and developing countries. Building domestic capabilities in a global setting, Cheltenham: Edward Elgar.
- **Maddison**, Angus.(**1995**), Explaining the economic performance of nations : essays in time and space, Aldershot: Edward Elgar.
- **Mahdjoubi**, Darius. **(1997)**, "The linear model of technological innovation: background and taxonomy", in: http://www.ischool.utexas.edu/~darius/04-Linear%20Model.pdf
- **Makar**, Irene. **(2007)**, "Nature, Strengths and Weakness of the 'NSI' Approach For Policy Making", in: www.thecis.ca/content.asp?contentid=566

- **Maldonado**, Carlos (editor). (**1999**), Visiones sobre la complejidad, Bogotá: Ediciones El Bosque.
- **Maldonado**, Carlos. (**2005**), Termodinámica y complejidad. Una introducción para las ciencias sociales y humanas, Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- **Malerba**, Franco. **(2002)**, "Sectoral systems of innovation and production", *Research Policy*, Vol. 31 (2), pp. 247–264.
- **Malerba**, Franco **y Orsenigo**, Luigi. **(1990)**, "Technological regimes and patterns of innovation: a theoretical and empirical investigationof the Italian case", In: Heertje, A., Perlman, M. (Editors.), Evolving Technology and Market Structure, Ann Arbor: Michigan University Press, pp. 283–305.
- **Malerba**, Franco **y Orsenigo**, Luigi. **(1993)**, "Technological regimes and firm behavior", *Industrial and Corporate Change*, Vol. 2 (1), pp. 45–71.
- **Malerba**, Franco **y Orsenigo**, Luigi. **(1995)**. "Schumpeterian patterns of innovation". *Cambridge Journal of Economics*, Vol. 19 (1), pp. 47–65.
- **Markell**, P. **y Malberg**, A. **(1997)**, "Towards an Explanation of Regional Specialization and Industry Agglomeration", *European Planning Studies*, Vol. 5 (1), pp.25-41.
- **Mariti**, P. **y Smiley**, R. (**1983**), "Cooperative agreements and the organization of industry", *Journal of Industrial Economics*, Vol. XXXI, No. 4, 437-451.
- **McKelvey**, Maureen. **(1991)**, "How the National Systems of Innovation Differ?: A Critical Análisis of Porter, Freeman, Lundvall and Nelson", in: Hodgson, Geofrey and Screpanti, Ernesto. (Editors), Rethinking Economics: Markets, Technology and Economic Evolution, London: Edgard Elgar Publishing, Chapter 8, pp. 117-137.
- **Mensch**, G. (1979), Stalemate in technology: innovation overcome the depression, New York: Ballinger.
- **Miettinen**, Reijo. **(2002)**, National Innovation System. Scientific concept or political rhetoric?, Helsinki: Edita.
- **Mill**, John Stuart. (1872/**1970**). A system of logic, London: Longman.
- **Mjøset**, Lars. **(2002)**, "An essay on the foundations of comparative historical social science", ARENA Working Papers/WP 02/22
- **Mjøset**, Lars. **(2003)**, "Notions of Theory in the Study of Innovations Systems", paper presented at Fist Globelics Conference, Rio de Janeiro, November 2-6, 2003.
- **Mohnen**, Pierre. **y Röller**, Lars-Hendrik. (**2005**): "Complementarities in innovation policy", *European Economic Review*, Vol. 49(6), pp. 1431-1450.
- **Mowery**, David **y Oxley**, Joane. **(1995)**, "Inward technology transfer and competitiveness: the role of national innovation systems", *Cambridge Journal of Economics*, Vol. 19 (1), pp. 67-93.
- **Mowery**, David **y Rosenberg**, Nathan. (**1993**), "1993):"The US national innovation system", en: Nelson, Richard. (1993), National Systems of Innovation, Oxford: Oxford University Press, pp. 29-75.
- **Mowery**, David **y Rosenberg**, Nathan. (**1979**), "The influence of market demand upon innovation: a critical review of some recent empirical studies", *Research Policy*, Vol. 8 (2), pp. 102-153.
- **Nagel**, Ernest. (1961), The structure of science, New York: Hardcourt, Brace & World.
- **Nagel**, Ernest. (1982), Teleology Revisited and Other Essays in the Philosophy and History of Science, New York: Columbia University Press.
- **Nelson**, Richard. (**1982**), Governments and technical progress, New York: Pergamon.
- **Nelson**, Richard. (**1984**), High technology policy: A five nation comparison, Washington, D.C.: The American Enterprise Institute.

- **Nelson**, Richard. **(1988)**, 'Institutions supporting technical change in the United States', in: Dosi, Giovanni *et al.* (editors). (1988), Technical change and economic theory, London: Pinter Publishers, pp. 312-329.
- **Nelson**, Richard. **(1992)**, "National innovation systems: a retrospective on a study", *Industrial and Corporate Change*, Vol. 1 (2), pp. 347-374.
- **Nelson**, Richard (editor). **(1993)**, National Innovation Systems: a Comparative Study, New York: Oxford University Press.
- **Nelson**, Richard. **(1995)**, "Recent Evolutionary Theorizing About Economic Change", *Journal of Economic Literature*, Vol. 33, pp. 48-90
- **Nelson**, Richard. **(1996)**, "National Systems of Innovation: Retrospective about a Study", in: Dosi, Giovanni and Franco Malerba. Organization and Strategy in the Evolution of the Enterprise, London: MacMillan Press, chapter 2, pp. 381-409.
- **Nelson**, Richard **y Winter**, Sydney. **(1977)**, "In search of a Useful Theory of Innovation", *Research Policy*, Vol. 6 (1), pp. 36-76.
- **Nelson**, Richard **y Winter**, Sydney. **(1982)**, An Evolutionary Theory of Economic Change, Cambridge, MA: Belknap/Harvard University Press.
- **Nelson**, Richard **y Rosenberg**, Nathan. **(1993)**, "Technical Innovation and National Systems", in: Nelson, Richard (Editor), National Innovation Systems: a Comparative Study, New York: Oxford University Press, chapter 1, pp. 3-21.
- **Niiniluoto**, Ilkka. (1980/**2007**), "Scientific Progress", *Stanford Encyclopedia of Philosophy*.
- **Niiniluoto**, Ilkka. **(1984)** Is Science Progressive?. Dordrecht: D. Reidel.
- **Niiniluoto**, Ilkka. **(1999)**, Critical Scientific Realism. Oxford: Oxford University Press.
- **Niosi**, Jorge. **(2000)**, Canada's National System of Innovation, Montreal and Kingston: McGill-Queen's University Press.
- **Niosi**, Jorge. **(2002)**, "National Systems of Innovation are 'X-Efficient' (and X-Effective). Why Some are Slow Learners", *Research Policy*, Vol 31, pp. 291-302.
- **Niosi**, Jorge. **(2003)**, "Systems of Innovation as Evolving Complex Economic Systems", artículo presentado en la Conferencia Internacional sobre Sistemas de Innovación y Estrategias de Desarrollo para el Server Milenio, Globelics, Noviembre de 2003, pp. 1-10.
- **Niosi**, Jorge. **(2004)**, "National Systems of Innovation are evolving complex systems", a presentation to IAMOT 2004, Washington, D. C., April 3-7, 2004.
- **Niosi**, Jorge **y Faucher**, P. (**1991**), "The State and International Trade: Technology and Competitiveness", en: Niosi, Jorge (editor). Technology and National Competitiveness, Montreal: McGill-Queen's University Press.
- **Niosi**, Jorge ***et al.*** **(1993)**, "National Systems of Innovation: in Search of a Workable Concept", *Technology in Society*, Vol. 15, pp. 207-227.
- **Niosi**, Jorge **y Bellon**, Bertrand. **(1994)**, "The Global Interdependence of National Innovation Systems", *Technology in Society*, Vol. 16 (2), pp. 173-197.
- **Niosi**, Jorge **y Bellon**, Bertrand. **(1996)**, "The globalization of National Innovation Systems", in: John de la Mothe and Gilles Paquet (editors). Evolutionary Economics and the New International Political Economy, New York: Pinter Publishers, chapter 6, pp. 138-159.
- **Nooteboom**, Bart. **(2000)**, Learning and innovation in organizations and economics, New York: Oxford University Press.
- **North**, Douglas. (1990), Institutions, Institutional Change and Economic Performance, Cambridge: Cambridge University Press.
- **Nowak**, Leszek. **(1980)**, The Structure of Idealization: Towards a Systematic Interpretation of the Marxian Idea of Science, Dordrecht: D. Reidel.

- **OECD. (1991)**, The Technology/Economy Programme (TEP). International Conference Cycle, Paris: OECD.
- **OECD. (1992)**, Technology and Economy. The key relationships, Paris: OECD.
- **OECD. (1997)**, National innovation Systems, Paris: OECD.
- **OECD. (2002)**, Dynamizing National Innovation Systems, Paris: OECD.
- **OECD. (2005)**, Governance of Innovation Systems, Volume 1: Synthesis Report, Paris: OECD.
- **Ohmae**, Kenichi. **(1990)**, The Borderless World, New York: Harper.
- **Ohmae**, Kenichi. (**1991**), The borderless world, New York: Harper.
- **Ohmae**, Kenichi. **(1993)**, The end of the nation state – how region states harness the prosperity of the global economy, New York: Free Press McMillan.
- **Pavitt**, Keith **y Soete**, Luc. **(1980)**, "Innovative Activities and Export Shares: Some Comparisons between Industries and Countries", in: Keith Pavitt (Editor). Technical Innovation and British Economic Performance", London: MacMillan, pp. 38-66.
- **Pearce**, David. **(1987)**, Roads to Commensurability. Dordrecht: Reidel.
- **Pearce**, David **y Rantala**, Veikko. **(1984)**, "A Logical Study of the Correspondence Relation." *Journal of Philosophical Logic*, vol. 13, pp. 47-84.
- **Pérez**, Carlota. **(1983)**, "Structural change and the assimilation of new technologies in the economic and social system", Futures, vol. 15 (4), pp. 357-375.
- **Pérez**, Carlota. **(1985)**, "Micro-electronics, long waves and world structural change: new perspectives of developing countries", *Wold Development*, vol. 13 (3), pp. 441-463.
- **Perez**, Carlota **y Soete**, Luc. (**1988**), "catching up in technology: entry barriers and Windows of opportunity", in: Dosi, Giovanni *et al.* (editors). Technical change and economic theory, London: Pinter Publishers, pp. 458-479.
- **Popper**, Karl. (**1959**), The Logic of Scientific Discovery, London: Hutchinson.
- **Popper**, Karl. **(1963)**, Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge, London: Hutchinson.
- **Popper**, Karl. **(1972)**, Objective Knowledge: An Evolutionary Approach, Oxford: Oxford University Press.
- **Porter**, Michael. **(1990)**, The Competitive Advantage of Nations, New York: The Free Press.
- **Porter**, Michael. **(1998)**. "Clusters and the New Economics of Competition", *Harvard Business Review*, Vol. 76, No. 6, Nov-Dec., pp. 77–90.
- **Posner**, M.V. **(1961)**, "International trade and technical change", *Oxford Economic Papers*, Vol. 13 (3), pp. 323–341.
- **Rabellotti**, Roberta. **(1997)**, External Economies and Cooperation in Industrial Districts: A Comparison of Italy and Mexico, London: MacMillan.
- **Rabellotti**, Roberta. **(2001)**, "The Effect of Globalisation on Industrial Districts in Italy: The Case of Brenta", IDS Working Paper 144, Institute of Development Studies, Brighton: University of Sussex.
- **Radzicki**, Michael J. **y Sterman**, J. D. **(1994)**, "Evolutionary economics and systems dynamics",in: R.W. England (editor.). Evolutionary Concepts in Contemporary Economics, Ann Arbor: University of Michigan Press, pp. 61-89.
- **Reich**, R. (**1991**), The work of nations, New York: Random House.
- **Reinert**, Sophus **y Reinert**, Erik. **(2003)**, "An Early National Innovation System: The Case of Antonio Serra's 1613 *Breve Trattato", Institutions and Economic Development/Istituzioni e Sviluppo Economico*, Vol. 1 (3), pp. 1-38.

- **Rivera**, Miguel Ángel **y Caballero**, René. **(2003)**, "Los Sistemas de Innovación Nacionales y la Teoría del Desarrollo", *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, Vol. 34 (134), pp. 9-31.
- **Romer**, Paul. (1990), 'Endogenous technological change', *Journal of Political Economy*, Vol. 98.
- **Rosenberg**, Nathan. **(1982)**, Inside the Black Box: Technology and Economics, Cambridge, Ma: Cambridge University Press.
- **Rostow**, Walter. (**1960**), The stages of economic growth, Cambridge: Cambridge University Press.
- **Rothwell**, R., et al. (1974), "SAPPHO Updated-Project SAPPHO Phase II." *Research Policy*, Vol. 3, pp. 258-291.
- **Rothwell**, R. et al. (1993), "SAPPHO updated-project SHAPPHO phase II", *Research Policy*, Vol. 22(2), pp. 110.
- **Rothwell**, Roy **y Zegveld**, W. (**1981**), Industrial innovation and public policy, Westport, CT: Greenwood Press.
- **Salmon**, Wesley. **(1984)**, Scientific explanation and the causal structure of the world, Princeton: Princeton University Press.
- **Saviotti**, Pier Paolo. **(1986)**, "Systems Theory and Technological Change." *Futures*, 18 (6), pp. 773–786.
- **Saviotti**, Pier Paolo **y Metcalfe**, Stan (editors). **(1991)**, Evolutionary Theories of Economic and Technological Change: Present State and Future Prospects, Reading, Harwood Publishers.
- **Saviotti**, Pier Paolo. **(1996)**, "The concept of national system of innovation", in: Technological Evolution, Variety and the Economy, Cheltenham: Edward Elgar, pp. 188-202.
- **Saxenian**, Annalee. **(1994)**, Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128, Boston: Harvard University Press.
- Schmuokler, J. (1966), Invention and Economic Growrh, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- **Schumpeter**, Joseph A. **(1912/1934/1983)**, The Theory of Economic Development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle, New Jersey: Transaction. (primera edición en alemán: 1912; primera Edición en inglés: 1934; edición en español: 1997).
- **Schumpeter**, Joseph A. (**1939**/1943/1984), Capitalism, Socialims, and Democracy, London: Routledge. (primera edición en alemán: 1939, primera edición en ingles: 1943 y primera edición en español: 1984).
- **Solomon**, Miriam. (**1995**), "Leyend, Naturalism and Scientific Progress: An essay on Philip Kitcher's *The Advance of the Science*", *Studies in History and Philosophy of Science*, vol. 26(2), pp. 205-218.
- **Stegmüller**, W. **(1976)**, The Structure and Dynamics of Theories, New York-Heidelberg-Berlin: Springer-Verlag.
- **Sterman**, John. **(2000)**, Business Dynamics. Systems Thinking and Modelling for a Complex World, Boston: Irwin, McGraw-Hill.
- **Tushman**, M. **(1977)**, "Special boundary roles in the innovation process", *Administrative Science Quarterly*, Vol. 22, pp 587–605.
- **Vernon**, Raymond. **(1966)**, "International investment international trade in the product cycle", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 80 (1), pp. 190–207.
- **Von Hippel**, Eric. (**1976**), "The dominant role of users in the scientific instruments innovation process", *Research Policy*, Vol. 5 (3), pp. 212-239.

- **Von Hippel**, Eric. (1988), The sources of innovation, New York: Oxford University Press.
- **Whewell**, William. **(1967a)**, Philosophy of the inductive science, London: Cass.
- **Whewell**, William. **(1967b)**, History of the inductive science, London: Cass.