

Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados
Centro de Documentação e Informação
Coordenação de Biblioteca
<http://bd.camara.gov.br>

"Dissemina os documentos digitais de interesse da atividade legislativa e da sociedade."



BIOLOGIA SINTÉTICA

Maurício Schneider

Consultor Legislativo da Área XI
Meio Ambiente e Direito Ambiental, Organização Territorial,
Desenvolvimento Urbano e Regional

ESTUDO

DEZEMBRO/2007



Câmara dos Deputados
Praça 3 Poderes
Consultoria Legislativa
Anexo III - Térreo
Brasília - DF



SUMÁRIO

Conceito.....	3
Estado da Arte	4
Autorregulação da Pesquisa.....	6
Oposição à Biologia Sintética	7
Conclusão	8
Referências Bibliográficas	8
Anexos.....	9

© 2007 Câmara dos Deputados.

Todos os direitos reservados. Este trabalho poderá ser reproduzido ou transmitido na íntegra, desde que citados o autor e a Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. São vedadas a venda, a reprodução parcial e a tradução, sem autorização prévia por escrito da Câmara dos Deputados.

Este trabalho é de inteira responsabilidade de seu autor, não representando necessariamente a opinião da Câmara dos Deputados.

BIOLOGIA SINTÉTICA

Maurício Schneider

CONCEITO

O primeiro gene sintético funcional foi desenvolvido em 1964, pela equipe coordenada por H. G. Khorana. Tratava-se de um gene codificador para tRNA de tirosina, construído a partir dos compostos químicos básicos e inserido com sucesso em uma bactéria (Stähler *et al.*, 2006). Em 1974, o geneticista polonês Waclaw Szybalski, cunhou o termo Biologia Sintética (Szybalski, 1974):

“Let me now comment on the question "what next". Up to now we are working on the descriptive phase of molecular biology. ... But the real challenge will start when we enter the synthetic biology phase of research in our field. We will then devise new control elements and add these new modules to the existing genomes or build up wholly new genomes. This would be a field with the unlimited expansion potential and hardly any limitations to building "new better control circuits" and finally other "synthetic"organisms, like a "new better mouse". ... I am not concerned that we will run out exciting and novel ideas, ... in the synthetic biology, in general.”

“Deixe-me agora comentar sobre a questão “e agora”. Até o momento trabalhamos na fase descritiva da biologia molecular. ... Mas o verdadeiro desafio começará quando entrarmos na fase da pesquisa em biologia sintética. Nós então vislumbraremos novos elementos de controle, e adicionaremos esses novos módulos aos genomas existentes, ou construiremos genomas inteiramente novos. Esse seria um campo com potencial de expansão ilimitado e quase nenhuma limitação à construção de “novos e melhores circuitos de controle” e ... finalmente outros organismos “sintéticos”, como “um camundongo melhor”. ... Não me preocupo que possamos esgotar as idéias novas e excitantes, ... na biologia sintética em geral.”

A Biologia Sintética utiliza técnicas de engenharia genética, bioengenharia, biologia de sistemas e informática para criar novos organismos ou partes de organismos a partir das quatro bases do código genético: adenina, guanina, citosina e timina. Em

outras palavras, utilizando biomoléculas básicas, em inúmeras combinações, a Biologia Sintética desenha e gera DNA, formas de vida ou partes de organismos absolutamente novos, a partir do zero.

Assim, Biologia Sintética pode ser definida como: (a) o desenho e a construção de novos componentes, dispositivos e sistemas biológicos e (b) o redesenho de sistemas biológicos naturais existentes para propósitos utilitários.

ESTADO DA ARTE

Cunhado na década de 1970, o termo Biologia Sintética designa pesquisas em um ramo do conhecimento com crescimento exponencial. Originalmente desenvolvida em laboratórios de Bioquímica, Biologia Molecular e Genética, a Biologia Sintética adaptou princípios de Engenharia para criar sistemas funcionais baseados nas biomoléculas e circuitos regulatórios dos organismos vivos (Mohr, 2007). Com imenso potencial para aplicações industriais, há um grande aporte de recursos para pesquisas, que incluem uma competição anual para desenvolvimento de projetos por equipes de várias partes do mundo, a *iGEM Jamboree* (international Genetically Engineered Machine competition – competição internacional de máquinas produzidas por engenharia genética). A iGEM 2006 reuniu 37 times. Na edição de 2007, passaram a 59 times.

Ocorre também anualmente o *International Meeting on Synthetic Biology*. O SB1.0 (como abreviam o evento) teve lugar no Massachusetts Institute of Technology – MIT, Cambridge, EUA, em 2004. Além das palestras a apresentações de trabalhos técnicos, houve discussões paralelas sobre riscos biológicos, ética relacionada à Engenharia Biológica e direitos de propriedade biológicos.

No ano de 2006 a University of California, Berkeley, EUA, sediou o SB2.0. Ocorreram palestras, apresentação de trabalhos e discussões sobre técnicas em Biologia Sintética, seguidas de plenárias acerca de segurança, percepção pública, propriedade e organização da comunidade. Derivada dos três dias de conferência, surgiu o documento “*Public Draft of the Declaration of the Second International Meeting on Synthetic Biology*”, que se constitui na primeira declaração de princípios da comunidade de pesquisadores em Biologia Sintética, transcrita em anexo a este Estudo.¹

Em 2007, a terceira edição, denominada SB3.0, ocorreu no Eldgenössische Technische Hochschule – ETH Zürich (Instituto Federal Suíço de Tecnologia), Zurique, Suíça, com quatro *workshops*, 43 palestras e 141 pôsteres apresentando pesquisas

¹ http://openwetware.org/wiki/Synthetic_Biology/SB2Declaration.

realizadas. Em outubro de 2008 ocorrerá, na Hong Kong University of Science and Technology, a SB4.0.

Embora Engenharia Genética e Biotecnologia não sejam disciplinas novas, e já tenham inúmeros usos na vida diária, o maior desafio da Biologia Sintética parece ser o da padronização de partes biológicas para propósitos específicos. Enquanto as duas primeiras abordagens citadas desenvolvem tecnologias para alterar porções do genoma, deixando a maior parte da carga genética intacta, a Biologia Sintética procura meios de descartar, nos organismos manipulados, todos os gens que não sejam necessários ao desempenho das tarefas programadas. Isso eliminaria componentes desnecessários e, adicionalmente, os riscos colaterais de manter as demais funções orgânicas, com resultados não calculados. O Quadro 1 exemplifica algumas das aplicações possíveis da Biologia Sintética (modificado de Endy, 2005 e Ball, 2007):

Projeto	Aplicação
Escrever uma seqüência de DNA que codifique um biofilme para tirar uma fotografia e detecte as bordas da imagem luminosa.	Construção de superfícies modelo para fabricação de materiais em nanoescala.
Escrever uma seqüência de DNA que codifique um oscilador anelar para funcionar dentro do trigo.	Caracterização de limites de performance física para expressão de genes em organismos eucarióticos.
Escrever uma seqüência de DNA que programe uma célula de mamífero para contar até 256 em resposta a um determinado sinal.	Controle da divisão celular, do desenvolvimento animal, do envelhecimento e do câncer por lógica e codificação da memória genética.
Escrever uma seqüência de DNA que programe um organismo procariótico para produzir ácido artemisínico.	Produção do precursor de uma droga antimalárica.
Transplante completo de genoma, transformando uma bactéria em outra.	Desenvolvimento de bactérias anaeróbias que digiram celulosa, produzindo etanol a partir de biomassa vegetal.

Possivelmente o maior esforço de padronização é sediado pelo MIT, que desenvolve os *BioBricks* (biotijolos). *BioBrick* é um adjetivo utilizado para descrever partes biológicas padronizadas. Em uma analogia muito utilizada no meio acadêmico, são como peças de montar Lego, com as quais as crianças brincam. A idéia é de que sejam desenvolvidas seqüências de DNA padronizadas, codificando funções biológicas básicas. Os *BioBricks* têm especificações

técnicas para sua composição física e funcional, de modo a permitir sua replicação confiável em qualquer laboratório.

A seqüência de DNA de um *BioBrick* e outras características são armazenadas no MIT, em um banco acessível pela Internet, sem custos para os interessados, denominado *Registry of Standard Biological Parts*². Não estão disponíveis os componentes físicos, materiais, mas sim a descrição bioquímica dos genes. Esse banco de dados aceita contribuições, na forma de novos desenhos e melhoramentos nos genes disponíveis, e conta com mais de 60 universidades participantes até o momento.

Uma organização não governamental, The BioBricks Foundation, foi criada com três metas básicas:

- desenvolver e implementar estratégias legais para garantir que os componentes biológicos padronizados, denominados *BioBricks*, permaneçam disponíveis gratuitamente para o público;
- encorajar o desenvolvimento de códigos de conduta para a utilização dos *BioBricks*;
- desenvolver e fornecer materiais educativos e científicos que permitam ao público usar e aperfeiçoar os *BioBricks* existentes, e criar novos *BioBricks*.

Outra pesquisa recentemente ganhou notoriedade por resultar em um requerimento de patente nos Estados Unidos. Trata-se de uma versão geneticamente simplificada da bactéria *Mycoplasma genitalium*, originalmente com 470 genes, reduzidos em laboratório para 381. Esses seriam os genoma mínimo de que a bactéria precisaria para viver.³

Em virtude da aquisição maciça de dados em biologia molecular e celular, há um novo impulso para simulações computacionais de sistemas biológicos. Essas modelagens podem, até certo ponto, prescindir de experimentações com organismos vivos para prever os resultados, ou ser complementados pelos experimentos para elucidar funções biológicas (Di Ventura *et al.*, 2006). Com o incremento de modelagens e simulações, há uma redução dos riscos inerentes à pesquisa com organismos vivos.

AUTORREGULAÇÃO DA PESQUISA

Em 1975, os principais biólogos moleculares reuniram-se na Conferência de Asilomar, para discutir medidas de segurança a serem adotadas nas pesquisas com DNA recombinante, de forma a evitar riscos para a saúde humana e para o meio ambiente (Barinaga,

² http://parts.mit.edu/registry/index.php/Main_Page.

³ Patent pending. 2007. The Economist. http://www.economist.com/science/displaystory.cfm?story_id=9333408.

2000). As técnicas de DNA recombinante permitiram o desenvolvimento de organismos geneticamente modificados, e a Conferência de Asilomar é criticada por não impedir tal tecnologia, perigosa na visão de alguns setores da sociedade. Entretanto, sem entrar nesse mérito, persiste o fato de que os pesquisadores adotaram uma moratória voluntária nas pesquisas de maior risco (Berg, 2004).

Toda tecnologia, biológica ou não, pode ser utilizada para o progresso humano, ou para a destruição. Para alarmar a comunidade científica dos potenciais usos perigosos da Biologia Sintética, o virologista Eckard Wimmer, da State University of New York at Stony Brook anunciou, em 2002, ter reconstruído o vírus da poliomielite a partir de um mapa genômico disponível na Internet (Ball, 2004).

Em resposta às críticas, tanto internas quanto externas, a comunidade científica propôs diretrizes para autorregular as pesquisas com Biologia Sintética, a partir de um documento formatado após a conferência SB2.0, em 2006. Esperam que, ao adotar medidas voluntárias, possam se defender de tentativas de impor limites à pesquisa (Check, 2006).

OPOSIÇÃO À BIOLOGIA SINTÉTICA

Paralelamente à realização da SB2.0, 35 entidades ambientalistas divulgaram uma carta (em anexo ⁴) em que exigiam regulação externa às pesquisas com Biologia Sintética:

“The organizations signing the Open Letter are calling on synthetic biologists to abandon their proposals for self-governance and to engage in an inclusive process of global societal debate on the implications of their work.” ⁵

“As organizações signatárias da Carta Aberta clamam aos biólogos sintéticos que abandonem suas propostas de auto-governança e participem de um processo inclusivo de debate global da sociedade sobre as implicações de seu trabalho.”

Um dos argumentos contrários à autorregulação nos moldes da Conferência de Asilomar é de que a iniciativa de 1975 apenas retardou a regulação governamental sobre as pesquisas com DNA recombinante, e que o mesmo erro seria cometido em relação à

⁴ An Open Letter from Social Movements and other Civil Society Organizations to the Synthetic Biology 2.0 Conference May 20-22, 2006 Berkeley, California concerning the "community-wide vote" on Biosecurity and Biosafety resolutions. [http://www.genewatch.org/article.shtml?als\[cid\]=492860&als\[itemid\]=537746#OpenLetter](http://www.genewatch.org/article.shtml?als[cid]=492860&als[itemid]=537746#OpenLetter).

⁵ GeneWatch PR: Global Coalition Sounds the Alarm on Synthetic Biology, Demands Oversight and Societal Debate. [http://www.genewatch.org/article.shtml?als\[cid\]=492860&als\[itemid\]=537746](http://www.genewatch.org/article.shtml?als[cid]=492860&als[itemid]=537746).



Biologia Sintética. Dentre os aspectos questionados da autorregulação, são citadas uma ênfase simplista em usos terroristas, e a falta de menção às questões de propriedade intelectual, direção e controle da ciência, da tecnologia, dos processos e dos produtos.

CONCLUSÃO

Este estudo foi proposto em resposta ao trabalho 2007_12659_Edson Duarte, em que o ilustre Deputado solicitou à Consultoria Legislativa a elaboração de um projeto de lei que proibisse organismos e componentes biológicos gerados por técnicas de Biologia Sintética. Recomendou-se a realização do estudo antes da redação de uma minuta de projeto de lei, porém a assessoria do deputado enfatizou a premência da proposição, sendo o estudo um subsídio posterior.

Entregues o projeto de lei e, agora, este estudo, recomendamos que o primeiro não seja protocolado na Câmara dos Deputados. A Biologia Sintética é um ramo do conhecimento em franca e rápida expansão, com repercussões acadêmicas, econômicas e possivelmente ambientais. Excluir deliberadamente o Brasil de pesquisas com tamanho impacto seria um erro estratégico.

Mesmo que o deputado tenha reservas, ou seja contrário a esse tipo de tecnologia, os produtos da Biologia Sintética farão parte da realidade mundial no curto prazo, tendo em vista que a primeira patente já foi requerida. Somente o domínio de tais conhecimentos permitirá a qualquer nação responder com eficácia aos desafios que surgirão pelo bom uso da Biologia Sintética, como também pelos riscos inerentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ball, P. 2004. Starting from scratch. *Nature*, 431:624-626.
- Ball, P. 2007. Designs for life. *Nature*, 448:32-33.
- Barinaga, M. 2000. Asilomar revisited: Lessons for today? *Science*, 287(5458):1584-1585.
- Berg, P. 2004. Asilomar and Recombinant DNA. http://nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/articles/berg/index.html
- Check, E. 2006. Synthetic biologists try to calm fears. *Nature*, 441:388-389.
- Di Ventura, B., Lemerle, C., Michalodimitrakis, K. & Serrano, L. 2006. From *in vivo* to *in silico* biology and back. *Nature*, 443:527-533.
- Endy, D. 2005. Foundations for engineering biology. *Nature*, 438:449-453.



- Mohr, S. C. 2007. Primer for Synthetic Biology. Part I. Molecular Biology for Novices. Manuscrito. 73 p. http://openwetware.org/images/3/3d/SB_Primer_100707.pdf
- Stähler, P., Beier, M., Gao, X. & Hoheisel, J. D. 2006. Another side of genomics: Synthetic biology as a means for the exploitation of whole-genome sequence information. *Journal of Biotechnology*, 124:206-212.
- Szybalski, W. 1974. In Vivo and in Vitro Initiation of Transcription. pp. 23-24; Discussion. pp. 404-405. *Conceito de Biologia Sintética*. pp. 411-412, 415 - 417. *In*: Kohn, A. & Shatkay, A. (eds.). *Control of Gene Expression*. New York: Plenum Press.

ANEXOS

Synthetic Biology/SB2Declaration

REVISED PUBLIC DRAFT

FINAL VERSION TO FOLLOW OPEN COMMENT PERIOD ENDING 7 JUNE 2006

A permanent reference version of this document is available via DSpace:
<https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/18185>

Declaration of the Second International Meeting on Synthetic Biology
Berkeley, California, USA

29 May 2006

Contents

1 Preface

2 Selected Findings

3 Resolutions

4 Immediate Next Steps

5 References

Preface

Over the last several years, a diverse group of engineers and scientists has begun work to improve and apply technologies that support the formalized engineering of biological systems. This work – synthetic biology – builds directly upon past and ongoing research in genetic engineering and biomedical science. In general terms, the goals of synthetic biology include the better understanding of natural biological systems [1], the simplification of

complex, evolved biological systems [2], and the design and construction of biological systems that solve pressing human needs, such as new and improved treatments for disease and sources of renewable energy [3, 4]. Because synthetic biology involves the intentional and direct manipulation of genetic material, synthetic biology research is subject to the existing social frameworks that both encourage and govern such work [5].

Recently, over 300 researchers, government representatives, independent policy analysts, bioethicists, lawyers, economists, administrators, educators, psychologists, anthropologists, philosophers, and members of the press and for-public-benefit organizations gathered for three days in Berkeley, California to discuss the current state of research and expected future developments [6]. Much of the meeting was spent sharing the latest advances and applications of the field, including bacteria that seek and invade tumor cells [7], yeast that produce the anti-malarial drug precursor artemisinic acid [3], DNA that can be programmed to fold into almost any two-dimensional pattern [8], and biological sources of renewable energy [9]. The third day of the conference was devoted to discussions of four non-technical topics including (i) biological safety and security, (ii) understanding and perception of synthetic biology, (iii) ownership, sharing, and innovation, and (iv) community organization [6, 10].

Selected Findings

The ability to construct gene and genome length DNA fragments from scratch is one technology that is being developed by synthetic biologists [11]. This technology – DNA synthesis – is important for many reasons. At the most basic level, DNA synthesis can provide rapid and reliable access to the genetic material that is needed to conduct experiments and synthesize useful products. Advances in DNA synthesis, such as reduced costs and improved speed and accuracy, are expected to result in direct and widespread improvements to the process of basic and applied biological research and, in turn, result in widespread public benefits.

DNA synthesis is already a relatively cheap technology that is widely distributed [12]; the technology is often provided as a service by commercial firms that accept orders via the internet. Unfortunately, despite several years of ad hoc encouragement and inquiries to different government agencies, not all DNA synthesis companies examine their orders for DNA sequences encoding hazardous biological systems. For example, a recent investigative survey found that only five of twelve DNA synthesis companies systematically check their orders to ensure that they are not unknowingly constructing and delivering the genetic material encoding hazardous biological systems, such as human pathogens [13]. Thus, DNA synthesis currently provides a plausible path for circumventing current best practice in biological safety, including institutional, peer, or government review of genetic research. Furthermore, because a small number of individuals, groups, or nations may continue to choose to intentionally misapply biological technologies, DNA synthesis, as currently practiced and given current



biological security strategy, is likely to eventually facilitate the production of threats to human and environmental health [14].

The companies that already systematically check DNA synthesis orders rely on software tools for identifying the genetic sequences that encode hazardous biological systems. At least one tool, BlackWatch, is known to be in use at more than one company [15]. Importantly, the existing software tools have flaws that include an inability to identify novel hazardous systems and a high false alarm rate; the second flaw makes such tools impractical for use at high-volume DNA synthesis providers.

Resolutions

To begin to address the issues introduced above, we endorse the following [16]:

First, we support the organization of an open working group that will undertake the coordinated development of improved software tools that can be used to check DNA synthesis orders for DNA sequences encoding hazardous biological systems; we expect that such software tools will be made freely available.

Second, we support the adoption of best-practice sequence checking technology, including customer and order validation, by all commercial DNA synthesis companies; we encourage individuals and organizations to avoid patronizing companies that do not systematically check their DNA synthesis orders [17].

Third, we support ongoing and future discussions within international science and engineering research communities for the purpose of developing creative solutions and frameworks that directly address challenges arising from the ongoing advances in biological technology, in particular, challenges to biological security and biological justice [18].

Fourth, we support ongoing and future discussions with all stakeholders for the purpose of developing and analyzing inclusive governance options, including self-governance, that can be considered by policymakers and others such that the development and application of biological technology remains overwhelmingly constructive.

Immediate Next Steps

In support of the first and second resolutions, the open working group that will undertake the coordinated improvement of software tools for checking DNA sequences is being formed and should begin work no later than August of 2006. An announcement will be made when the initial organizational work is complete [19]. A publicly available technical progress report from this group will be expected at or before the Third International Meeting on Synthetic Biology [20].



In support of the third and fourth resolutions, an ongoing multi-stakeholder study sponsored by the Alfred P. Sloan Foundation to develop policy options that might be used to govern DNA synthesis technology will be completed [21]. All materials from this study will be presented to government representatives and made available to the public by November of 2006.

Finally, all interested parties are invited to work together to continue to identify and directly address societal issues associated with the development of synthetic biology [10].

References

- Reconstruction of genetic circuits. D. Sprinzak & M.B. Elowitz, *Nature*. 24 November 2005. v438 p443.
- Refactoring bacteriophage T7. L.Y. Chan et al., *Molecular Systems Biology*. 13 September 2005. doi:10.1038/msb4100025
- Production of the antimalarial drug precursor artemisinic acid in engineered yeast. D.K. Ro et al., *Nature*. 13 April 2006. v440 p940.
- Foundations for engineering biology. D. Endy., *Nature*. 24 November 2005. v438 p439.
- For example, in the United States, publicly funded research is subject to oversight via the National Institutes of Health Office of Biotechnology Activities. <http://www4.od.nih.gov/oba/>
- SB2.0, The Second International Meeting on Synthetic Biology. 20-22 May 2006. Berkeley, CA, USA. <http://pbd.lbl.gov/sbconf/>
- Environmentally controlled invasion of cancer cells by engineered bacteria. J.C. Anderson et al., *Journal of Molecular Biology*. 27 January 2006. v355 p619.
- Folding DNA to create nanoscale shapes and patterns. P.W. Rothemund, *Nature*. 16 March 2006. v440 p297.
- For example, Green Fuel Technologies Corporation, <http://www.greenfuelonline.com/>
- Synthetic Society Working Group, http://openwetware.org/wiki/Synthetic_Society
- Building a fab for biology. D. Baker et al., *Scientific American*. June 2006. p44.
- A genome shop near you. R. Carlson et al., *WIRED*. December 2005. v13.12.
- The bioweapon is in the post. P. Aldhous. *New Scientist*. 12 November 2005. p8.
- In search of biosecurity. D.A. Relman et al. *Science*. 31 March 2006. v311 p1835.



BlackWatch, Hazardous Biological Agent Sequence Detection,
<http://biotech.craic.com/blackwatch/>

Here, “we” refers to the signatories of the declaration of the Second International Conference on Synthetic Biology. Conferees will be asked if they want to sign the declaration after final revisions are complete.

Consistent with the first and second options from S.M. Maurer et al., From understanding to action: community-based options for improving safety and security in synthetic biology. Goldman School of Public Policy, UC Berkeley. April 2006.

For example, Biotechnology research in an age of terrorism. G. Fink et al. The National Academies Press (2004). As a second example, Redesigning life: the worldwide challenge to genetic engineering. B. Tokar et al. Zed Books (2001).

An announcement regarding the DNA sequence checking working group will be posted via <http://www.syntheticbiology.org/>

SB3.0, The Third International Meeting on Synthetic Biology. June 2007. Zurich, Switzerland. http://www.syntheticbiology.ethz.ch/conf_2007/

The Alfred P. Sloan Foundation is a philanthropic nonprofit institution. <http://www.sloan.org/>

Retrieved from "http://openwetware.org/wiki/Synthetic_Biology/SB2Declaration"

An Open Letter from Social Movements and other Civil Society Organizations to the Synthetic Biology 2.0 Conference May 20-22, 2006 Berkeley, California concerning the "community-wide vote" on Biosecurity and Biosafety resolutions (to be implemented Jan 1, 2007.)

We are writing to express our deep concerns about the rapidly developing field of Synthetic Biology that is attempting to create novel life forms and artificial living systems. We believe that this potentially powerful technology is being developed without proper societal debate concerning socio-economic, security, health, environmental and human rights implications. We are alarmed that synthetic biologists meeting this weekend intend to vote on a scheme of voluntary self-regulation without consulting or involving broader social groups. We urge you to withdraw these self-governance proposals and participate in a process of open and inclusive oversight of this technology.

Asilomar 2.0? In 1975 a group of scientists convened at Asilomar to try to address the safety hazards associated with genetic engineering. The Asilomar meeting promoted self-regulation that had the result of preempting public debate and preventing government action. Synthetic Biology 2.0 follows down the same self-regulation road. The scope



of discussion at Asilomar was narrowly limited to questions of safety hazards - explicitly excluding broader socio-economic and ethical issues. The effect of the Asilomar declaration was to delay the development of appropriate government regulation and to forestall discussion on how to address the wider socio- economic impacts. Asilomar proved to be the wrong approach then, and Synthetic Biology 2.0 is the wrong approach now.

We recognize that you are justifiably concerned about certain risks of Synthetic Biology, but society requires strong mandatory measures in accordance with the precautionary principle to curtail these risks. As the chair of the recent Boston 'Town Hall Meeting' speaking about the recent proposals said: "I don't think this will have a significant impact on the misuse of this technology." We agree that these proposals will be ineffectual. Moreover, the social, economic, ethical, environmental and human rights concerns that arise from the field of synthetic biology go far beyond deterring bioterrorists and "evildoers." Issues of ownership (including intellectual property), direction and control of the science, technology, processes and products must also be thoroughly considered.

Society - especially social movements and marginalized peoples - must be fully engaged in designing and directing dialogue on the governance of synthetic biology. Because of the potential power and scope of this field, discussions and decisions concerning these technologies must take place in an accessible way (including physically accessible) at local, national and global levels.

In the absence of effective regulation it is understandable that scientists are seeking to establish best practices but the real solution is for them to join with society to demand broad public oversight and governmental action to ensure social wellbeing. Moreover, in the years since Asilomar, science has become more strongly linked to commercial interests, so this can appear as an industry saying that it should only police itself. We urge you therefore to withdraw your declaration of self-governance and join with us in seeking a wider inclusive dialogue.

List of Organizations Signing the Open Letter

Acción Ecológica (Ecuador) - www.accionecologica.org

California for GE Free Agriculture - www.calgefree.org

Centro Ecológico (Brazil)

Clean Production Action - www.cleanproduction.org

Corporate Europe Observatory - www.corporateeurope.org

Corporate Watch (UK) - www.corporatewatch.org

Edmonds Institute - www.edmonds-institute.or/

ETC Group - www.etcgroup.org



Farmers Link - www.farmerslink.org.uk
Friends of the Earth International - www.foe.org
Foundation on Future Farming (Germany) - www.zs-l.de
Fondation Sciences Citoyennes (France) - www.sciencescitoyennes.org
Gaia Foundation - www.gaiafoundation.org
GeneEthics Network (Australia) - www.geneethics.org
Genewatch (UK) - www.genewatch.org
GRAIN - www.grain.org
Greenpeace International - www.greenpeace.org
Henry Doubleday Research Association (UK) - www.gardenorganic.org.uk
Indigenous People's Biodiversity Network
International Center for Technology Assessment - www.icta.org
International Network of Engineers and Scientists - www.inesglobal.com
Institute for Social Ecology - www.social-ecology.org
Institute for Bioethics, Culture and Disability - www.bioethicsanddisability.org
International Union of Food and Agricultural Workers - www.iuf.org
Lok Sanjh Foundation (Pakistan) - www.loksanjh.org
National Farmers Union (Canada) - www.nfu.ca
Oakland Institute - www.oaklandinstitute.org
Polaris Institute - www.polarisinstitute.org
Pakistan Dehqan Assembly
Practical Action - www.practicalaction.org
Quechua Ayamara Association for Sustainable Livelihoods, (Peru) - www.andes.org.pe
Research Foundation for Science, Technology and Ecology (India) - www.navdanya.org/
Soil Association - www.soilassociation.org
Sunshine Project - www.sunshine-project.org
Third World Network - www.twinside.org.sg